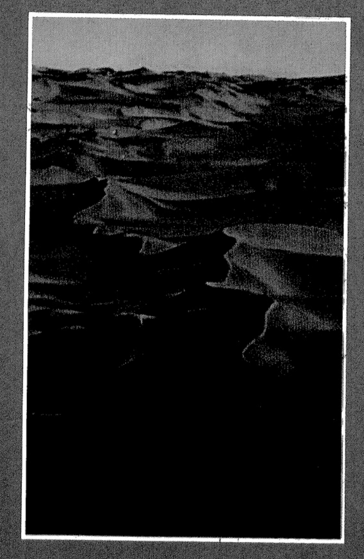
د. ابراهيم نحال

التصحُّر في الوطن العربي




Bibliotheca Alexandrina
0035483

سلسلة الكتب العلمية 3

معهد الانماء العربي

سلسلة الكتب العلمية

بإشراف د. محمد دبس

يصدر منها تباعاً

1 ـ تاريخ الموسيقى العربية وآلاتها.
د. منى سنجقدار شعراني.

2 ـ طب العين للغافقي.
تحقيق د. حسن علي حسن.
مراجعة شفيق الارناؤوط

3 ـ التصحر في الوطن العربي.
د. إبراهيم نحال.

4 ـ رسالة في البصريات.
السير اسحق نيوتن.
ترجمة د. إلياس شمعون.

5 ـ التجديد في تعليم العلوم.
البرت ف. بايـتر (اليونسكو).
ترجمة د. جواد نظام.

6 ـ المصادفة والضرورة.
جاك مونو.
ترجمة د. عصام المياس.

7 ـ صناعة النفط ومشتقاته.
د. انطوان حداد.

8 ـ مراحل تطور الكيمياء
إسحاق عظيموف
ترجمة د. مشعل خداج

9 ـ تكنولوجيا المعادن
د. عاطف علبي

10 ـ التربية البيئية في الوطن العربي.
د. طلال يونس.

التصحر
في الوطن العربي

ابراهيم نحال
التصحر في الوطن العربي

جميع الحقوق محفوظة، 1987
معهد الإنماء العربي
ص.ب. 14/5300
بيروت ـ لبنان

تصميم وتنفيذ الغلاف: كريم الحاج وإيليا سابا

طبع في مطابع شركة تكنوبرس الحديثة ش.م.ل

معهد الإنماء العربي

التحضّر في الوطن العربي

د. ابراهيم نحال

سلسلة الكتب العلمية 3
باشراف د. محمد دبس

581.5265 نحال، إبراهيم، 1933
التصحر في الوطن العربي / إبراهيم نحال. بيروت: معهد الإنماء العربي، 1987.

263 ص.: إيض.؛ 24 سم. (سلسلة الكتب العلمية؛ 3).

ببليوغرافية: ص. 249-254.

1. إصلاح الأراضي — البلاد العربية. 2. الري والصرف — البلاد العربية. 3. المكننة الزراعية. 4. البيئة الصحراوية. أ. العنوان. ب. السلسلة: معهد الإنماء العربي. سلسلة الكتب العلمية؛ 3.

المحتويات

الفصل الرابع

4 ـ العلائم البيئية للتصحّر

الفصل الخامس

5 ـ النتائج الاقتصادية والاجتماعية للتصحّر

الفصل السادس

6 ـ وسائل مكافحة التصحّر

الفصل السابع

7 ـ ملخص عن الوسائل التي يمكن اتباعها لمكافحة التصحّر

الفصل الثامن

8 ـ نماذج عن مكافحة التصحّر في العالم العربي

الفصل التاسع

9 ـ ملخص عن خطة العمل لمكافحة التصحّر التي أقرها مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالتصحّر في نيروبي 1977



الفصل الأول

1 ـ عرض لمشكلة التصحّر

1.1 ـ مشكلة التصحّر على المستوى العالمي

2.1 ـ مشكلة التصحّر على المستوى العربي

1.1 ـ مشكلة التصحّر على المستوى العالمي

إن **التصحّر** مشكلة عالمية. وقد دلّت الإحصاءات أن هذه الظاهرة الخطيرة يمكن أن تؤثّر في حياة أكثر من 600 إلى 700 مليون نسمة، منهم 150 مليون عربي، إذا عمت كافة المناطق المهددة حالياً بالتصحّر. كما أنها تهدّد حالياً أكثر من 50 مليون نسمة تعيش في المناطق الجافة المجاورة للصحارى.

ولا يغيب عن البال أن المناطق المهدّدة بالتصحّر يسكنها تقريباً سدس سكان الأرض، وأن هذه المشكلة معرضة لأن تتفاقم في المستقبل مع التزايد المتسارع السكان المعمورة إذا لم تتكاتف البشرية جمعاء في التصدي لها، والعمل على إعادة المناطق التي تصحّرت نتيجة سوء استغلال الأراضي والمياه والنبت، إلى الإنتاج الزراعي والرعوي والحراجي المتوازن تلبيةً لحاجات سكان هذه المناطق والمناطق المتاخمة لها.

إن مساحة الأراضي المعرّضة للتصحّر والمهدّدة به نتيجة سوء استغلالها تقدر تقريباً بثلاثين مليون كيلو متر مربع، أي ما يعادل 19% من سطح الأرض، وهي لا تشكّل القسم الأكبر من المناطق الجافة وشبه الجافة في العالم وحسب، بل تتعداها أيضاً إلى المناطق شبه الرطبة والمدارية المجاورة. وهذه المناطق المهدّدة بالتصحّر موزّعة بين أكثر من ثلثي بلدان العالم البالغ عددها 150 بلداً.

هذا ويقدر أن 150 كيلومتراً مربعاً من الأتربة في العالم تفقد خصوبتها كل عام أو تنخفض قدرتها الإنتاجية نتيجة التصحّر.

إن هذه المناطق المتصحّرة الجدباء أو المهدّدة مستقبلاً بالتصحّر نتيجة سوء الإدارة والاستغلال ستضاف إلى الصحاري وأشباه الصحاري التي تعادل ثلث وجه البسيطة. مما سيؤدي إلى رفع نسبة المناطق الصحراوية وشبه الصحراوية

والمتصحّرة بفعل الإنسان إلى ما يوازي 50% تقريباً من الأرض.

ومن الجدير ذكره أن تأثير التصحّر يتعدّى المناطق المتصحّرة نفسها إلى المناطق الأخرى. فالعواصف الترابية التي أصبحت مألوفة في كثير من المناطق الجافة وشبه الجافة هي من أهم نتائج التصحّر، تنتقل إلى مناطق بعيدة. كما أن السيول القوية وفيضانات المجاري المائية الصادرة عن المناطق الجبلية المتصحّرة يمكن أن يكون لها أثر قوي في مناطق بعيدة نظراً لسرعة جريان مياه الأمطار على منحدرات الأحواض المائية التي فقدت غطاءها النباتي نتيجة استغلاله الجائر.

ومما يجدر التنبيه إليه أيضاً أن التصحّر لا يصيب المناطق البعيدة غير المزروعة وغير الآهلة بالسكان كما هو شائع، بل على العكس من ذلك، إنه ظاهرة قريبة جداً من الإنسان وتحيط به.

وقد دلّت الدراسات التاريخية أن التصحّر كان من أهم أسباب اضمحلال الحضارات القديمة اليونانية والتدمرية والنبطية والبابلية وغيرها من الحضارات التي نشأت في المناطق الجافة وشبه الجافة أو على حدودها.

يبيّن الجدول ـ 1 ـ تأثير التصحّر على سكان المناطق التي تعرّضت للتصحّر الشديد في السنوات الأخيرة (عن مؤتمر الأمم المتحدة للتصحّر، نيروبي 1977).

2.1 ـ مشكلة التصحّر على المستوى العربي

أ ـ إن القسم الأكبر من البلاد العربية يقع في المناطق شبه الجافة والجافة وشديدة الجفاف التي تعرّضت منذ زمن قديم إلى استغلال جائر أدّى إلى تدهور قيمتها الإنتاجية بحيث نجد علائم التصحّر واضحة في أغلب المناطق.

وقد دلّت الإحصاءات أن 95% تقريباً من مساحة الأراضي في المشرق العربي والمغرب العربي تحصل على أقل من 400 مليمتر من الأمطار السنوية. وبالنسبة للمشرق العربي، فإن 79% من الأراضي تحصل على أقل من 100 مليمتر من الأمطار السنوية، أي أنها تقع في المناخات الشديدة الجفاف، بينما يحصل 16% منها على أمطار تراوح بين 100 و 400 مليمتر من الأمطار السنوية، أي أن 95% من مجمل الأراضي تحصل على أقل من 400 مليمتر من الأمطار السنوية. أما بالنسبة للمغرب العربي، فإن 86% من الأراضي تحصل على أقل من مئة مليمتر من الأمطار السنوية و 11% تحصل على أمطار سنوية تراوح بين 100و 400 مليمتر سنوياً، أي أن 96% من الأراضي تحصل على أقل من 400 مليمتر من الأمطار السنوية.

جدول ـ 1 ـ

تقديرات السكان بالآلاف وسبل الرزق في المناطق التي تعرضت في السنوات الأخيرة للتصحّر الشديد (إحصاءات المؤتمر الدولي المعني بالتصحر، نيروبي 1977)

المنطقة	مجموع السكان	خضَر	معتمدون على الزراعة	معتمدون على تربية الحيوانات	المساحة (كم²)
حوض البحر الابيض المتوسط	9820	2995 %31	5900 %60	925 %9	1320 000
افريقيا (جنوب الصحراء الكبرى)	16165	3072 %19	6014 %37	7079 %44	6850 000
آسيا والمحيط الهادىء	28482	7740 %27	14311 %54	6431 %19	4361 000
الأمريكتان	24079	7683 %32	13417 %56	2979 %12	17 545 000
المجموع	78546	21490 %27	39642 %51	17414 %22	30 076000

يستطيع ثلث عدد السكان المهدّدين (78 مليون نسمة) أن يتفادوا عواقب التصحّر بفضل دخلهم العالي أو بفضل أوضاع مؤاتية اخرى. لكن يبقى حوالي 50 مليون نسمة معرضين مباشرة لتدمير سبل رزقهم ويواجهون بالتالي احتمال اقتلاع جذورهم من كل ما الفوه والنزوح إلى مناطق أخرى غالباً ما تكون غير مهيّأة لاستقبالهم.

تدل هذه الأرقام بوضوح على سيطرة المناخات شبه الجافة والجافة والشديدة الجفاف على البلاد العربية سواءً في المشرق العربي أم في المغرب العربي، وعلى أنها تعاني كلها من مشكلة الجفاف في وجوهه كافة، لا سيما من حيث حساسيته المفرطة للتصحّر نتيجة سوء الاستغلال. أما القسم الذي يحصل على كمية تزيد على 400 مليمتر من الأمطار السنوية فهو محدود جداً ولا يتجاوز 4 الى 5% من المساحة الكلية للأراضي. لا بد إذاً من أخذ كل التدابير لوضع خطة متكاملة للاستغلال الرشيد للمناطق التي تتميز بجفافها بغية الإفادة منها في حياة الانسان ودعم الاقتصاد القومي مع المحافظة على إنتاجيتها على مر الزمن عن طريق إيقاف التصحّر ومكافحته باستمرار.

يبيّن الجدول ـ 2 ـ توزّع المناطق المناخية في المشرق العربي وفي المغرب العربي.

ب ـ إن التصحّر المتسارع يلاحظ في كل مكان سواء في المشرق العربي أم في

الجدول ـ 2 ـ

توزع المناطق المناخية في المشرق العربي والمغرب العربي (إحصاءات الأمم المتحدة)

	الأراضي التي تحصل على اقل من 100 مليمتر في السنة %	الأراضي التي تحصل بين 100 و 400 مليمتر في السنة %	الأراضي التي تحصل على أقل من 400 مليمتر في السنة %	الأراضي التي تحصل على أكثر من 400 مليمتر في السنة %
المشرق العربي	79	16	95	5
المغرب العربي	85	11	79	4

المغرب العربي حيث يلاحظ انخفاض تدريجي وأحياناً متسارع جداً في القدرات الإنتاجية للأراضي المزروعة والمراعي الطبيعية والغابات الطبيعية. في الوقت الذي يتحتم فيه زيادة الإنتاجية والإنتاج لتلبية حاجات السكان المتزايدة، نتيجة ازدياد عدد السكان وارتفاع مستوى المعيشة.

إن العناصر الأساسية لأي مجتمع بشري معاصر، أي النمو الاجتماعي والاقتصادي والنمو السكاني والإنتاجية الزراعية، مترابطة فيما بينها. لذا فإن تهدم إنتاجية الأراضي يشكل خطراً على صحة المواطنين وتطوّر المجتمع. وقد شهدت المنطقة العربية نمواً سكانياً متسارعاً دون أن يوازيه استخدام متوازن في الموارد الطبيعية (تربة، مياه، نبت). وقد أدّى ذلك إلى انجراف التربة وانخفاض خصوبتها وضياع المياه، مع العلم أن «المياه والأتربة» هما من أهم العوامل المحدّدة للنمو الاجتماعي والاقتصادي في المنطقة.

ولقد بدأت الدول العربية تعي جزئياً خطورة التدهور في إنتاجية الأراضي، إلا أن الخطوات التي اتُّخذت في سبيل مكافحته لا تعتبر كافية. ولا بدّ من زيادة اهتمام الدولة والمجتمع والفرد بهذا الموضوع للتمكن من دفع الخطر قبل أن يستفحل بحيث يتعذّر فيما بعد القيام بأي عمل إصلاحي، كما هي الحال في بعض أجزاء المنطقة العربية التي تحوّلت إلى أشباه صحارٍ عديمة الإنتاجية؛ والأمثلة على ذلك كثيرة.

يتضح مما تقدم، أن مشكلة التصحّر هي مشكلة ذات أبعاد «اجتماعية واقتصادية وثقافية»، أو بتعبير آخر ذات أبعادٍ «حضارية وأمنية» بالنسبة للعالم العربي، وأن من الضروري إعطاءها الأَوْلوية في الخطط التنموية لإعادة ترميم المناطق التي لا يزال استصلاحها ممكناً وإعادتها إلى الانتاج، والمحافظة على الباقي منها من التصحر.

الفصل الثاني

2 ـ عملية التصحّر

1.2 ـ كيف يحدث التصحّر؟

2.1.1 ـ معلومات أساسية عن النظم البيئية

2.1.2 ـ خصائص الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة

3.1.2 ـ اختلال التوازن الطبيعي للأنظمة البيئية وعلاقته بالتصحّر.

2.2 ـ خصائص عملية التصحّر

3.2 ـ التمييز بين المناطق الصحراوية (الصحارى) والمناطق المتصحّرة.

4.2 ـ هل التصحّر عملية عكوسة



1.2 ـ كيف يحدث التصحّر؟

1.1.2 ـ معلومات أساسية عن النظم البيئية

النظام البيئي ecosystem هو أية مساحة من التربة بالإضافة إلى ما تحويه من كائنات حيَّة نباتية وحيوانية، ومواد غير حيَّة، في حالة تفاعل فيما بينها وما ينتج عن ذلك من تبادل بين الأجزاء الحيّة وغير الحيّة. من أمثلة الأنظمة البيئية الأرضية «الغابة».

إن النظام البيئي كما يظهر من تعريفه يأخذ في الاعتبار كل الكائنات الحية التي تكوّن المجتمع البيئي، من فطريات وجراثيم وطحالب حتى الأشجار ومن الحيوانات الدقيقة حتى الحيوانات الراقية، وكذلك كل عناصر البيئة غير الحية مثل تركيب جو التربة نفسه والرياح وطول النهار وشدة الإضاءة والرطوبة الجوية الخ. والانسان هو جزء لا يتجزأ من النظام البيئي.

يتألف النظام البيئي من المكوِّنات التالية:

أ ـ مواد غير حيّة، وتتمثل بالمركبات الأساسية العضوية وغير العضوية من البيئة.

ب ـ الكائنات المنتجة، وهي الكائنات الذاتية التغذية، أي النباتات.

ج ـ الكائنات المستهلكة (المستهلكين الكبار)، وهي الكائنات غير ذاتية التغذية (الحيوانات) التي تستهلك كائنات حيَّة أخرى وتجزّىء المادة العضوية. ويقع الانسان في هذا القسم.

د ـ الكائنات المفكِّكة (المستهلكين الصغار) أو الرِّمِّيَّة مثل الفطريات والجراثيم

وبعض الحيوانات الأولية وغيرها من الكائنات المجهرية. تقوم هذه الكائنـات بتفكيك الكائنات الحيّة النباتية والحيوانية وتحوِّلها إلى مركبات بسيطة تفيد منها النباتات في تغذيتها. إن الكائنات الحيّة المكوِّنـة للنظام البيئي تتفـاعل فيمـا بينها بحيث يـرتبط وجود البعض منها بالبعض الآخر، كمـا تكون في تفـاعل مـع المواد غـير الحية ومـع عوامل البيئة بحيث يشكل المجموع كلا مستقرا ومتوازنا. ففي الغابة تقوم النبـاتات الخضراء بتثبيت الطاقة الشمسية وتخليق المواد الكـربوهيـدراتية عـلى حساب غـاز ثاني أكسيد الكربون الجـوي. هذه المـواد هي المواد الأوليـة التي يتم تخليق المادة الحية انطلاقاً منها. وبواسطة هذه العملية يدخل الكربون وتدخل الطـاقة في الحلقـة الحياتية. تنتقل الطاقة من النباتات إلى الحيوانات عن طريق أكلها للنباتات الخضراء أو لحيوانات تغذّت على النبـاتات. كمـا تقوم الكـائنات المفكّكـة بتفكيك جثث وبقـايا الكائنات الحية وتحوِّلها إلى مواد بسيطة تستعملها النبـاتات في تغـذيتها وفي تكـوين أنسجتها وهكذا... إن للكـائنات المفكّكـة أهمية خـاصة في كـل نظام بيئي، إذ إنهـا تسمح بإعادة استعمال المواد الغذائية بشكل مستمر وتؤمن بذلـك استمرار الحلقـة الغذائية. يتميّز إذاً النظام البيئي بوجود سلسلة غذائية بين مكوِّناته المختلفة، وهذه السلسلة هي التي تؤمِّن استمرار النظـام البيئي. ففي الغابـة تؤمِّن هذه السلسلـة الغذائية تحلل البقايا النباتية المتراكمة فوق سطح التربـة وتحرِّر العنـاصر المعدنيـة التي تمتصها نباتات الغابة من جديد، ثم تعود هـذه العناصر من جـديد إلى التـربة عن طريق تساقط الأوراق والأغصان الميتة الخ. كما تؤمِّن تشكُّل «**الدُّبـال**» وهو أهم العناصر المكوِّنة للتربة.

إن أي سبب يؤدي إلى تعطيل تحلُّل البقايا العضوية ويـدخل اضطـراباً في نمـو الغابة وفي استقرارها عن طريق تراكم هـذه البقايـا فوق أرض الغـابة وبقـائها دون تفكك، بحيث لا تستفيد منها نباتـات الغابـة. كما أن انتـزاع هذه البقـايا من أرض الغابة، يؤدّي مع الزمن إلى إفقار تربتها وإلى تدهورها؛ وأي تعطيل للكائنـات المفكِّكة (التلوُّث مثلاً)، يؤدّي أيضاً إلى تعطيل السلسلة الغذائية.

إن المحافظة على توازن المراعي الطبيعية وبالتالي المحافظة على خصوبة أتربتهـا، تتطلب تنشيط السلسلة الغذائية عن طريق تنوُّع النباتات المكوِّنة للمجتمعات النباتية وعدم افتقارها إلى النباتات التي تسهم جذورهـا وبقايـاها في إغنـاء التربـة بالمـواد المغذية والدُّبال.

أما في الزراعة، فالمحافظة على خصوبة الأتربة الزراعية ومنع تـدهورهـا، يتطلبان الاقتراب بقدر الإمكان من أسلوب عمل النظام البيئي وذلك من طريق:

ـ تعدُّد المحاصيل المزروعة وانتقاء دورة زراعيـة مناسبـة تسمح بتغـذية التـربة

بالبقايا النباتية (كما هو الحال بالنسبة للنظام البيئي حيث تتعدّد النباتات المكونة له). كما يجب تلافي الزراعات الأحادية المحصول المتكرر في الأرض نفسها.

- إضافة أسددة عضوية لتنشيط عمل الكائنات الدقيقة والمساهمة في تشكل الدُّبال بالإضافة الى الأسمدة الكيماوية للتعويض عن المواد المغذية الممتصة. هذا ويجب عدم استعمال الأسمدة الكيميائية لوحدها.

سنرى فيما بعد كيف أن الابتعاد عن هذه المبادىء قد ساهم إلى حد كبير في تدهور الأتربة الزراعية وانخفاض قدرتها الانتاجية، وخاصة في المزارع الكبرى المتخصّصة في زراعة محصول واحد وأدّى في المناطق الجافة وشبه الجافة إلى التصحّر.

2.1.2 - خصائص الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة

أ - إن الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة متكيِّفة طبيعياً مع البيئة الجافة، وقد توصّلت مع الزمن إلى نوع من التوازن في التبادلات المائية والطاقوية بوسائل وطرق مناسبة.

تتسم دورة المياه والطاقة في هذه الأنظمة البيئية بسمات خاصة نتيجة قلة الأمطار وتقلُّبها وسيطرة الجفاف من جهة ووفرة الطاقة الشمسية نتيجة قلّة تشكّل السحب من جهة أخرى. هذا وتكون كثافة الغطاء النباتي الطبيعي في المناطق الجافة وشبه الجافة أقل منها في المناطق الأكثر رطوبة، لذلك فإنه لا يغطي سطح التربة بشكل كامل وبالقدر نفسه. كما أن كمية المواد العضوية الناتجة من البقايا النباتية والحيوانية أقل بكثير مما هي عليه في المناطق الرطبة. ينتج من ذلك انخفاض نسبة الدّبال في التربة وتعرضها إلى الانجراف المائي والهوائي نتيجة قلة ثبات بنيتها.

في معظم المناطق الجافة وشبه الجافة، لا سيما في المناطق الخاضعة للمناخ المتوسطي، وبالرغم من قلة الأمطار السنوية وسوء توزيعها على أشهر السنة وفصولها، تسقط الأمطار وبشكل زخات مطريَّة قوية من حين لآخر مما يؤدي الى سيلان الماء على سطح التربة وتدنّي نفوذها إلى داخل التربة لتغذية المياه الجوفية، وغالباً ما يُشكّل الماء سيولاً إذا كانت الأغطية النباتية قليلة الكثافة. كما أن الماء الذي يسيل على سطح التربة يتبخَّر بسرعة، وتجفف أشعة الشمس القوية سطح التربة في فترات الجفاف الطويلة التي تعقب ذلك.

ب - وبالإضافة الى ما تقدم فإن التوازن الطبيعي الذي تتميّز به الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة سريع العطب، ويمكن أن يضطرب بسرعة تحت تأثير سوء إدارة واستغلال هذه الأنظمة مما يؤدي إلى تدهورها الذي يسبب بدوره

التصحّر مع مرور الزمن، لا سيما إذا رافق ذلك فترات شديـدة الجفاف تجعـل هذه الأنظمة أكثر استجابة للتدهور.

ج ـ يتميـز المناخ الجـاف وشبه الجـاف الذي تخضـع له هـذه الأنظمة البيئيـة بتقلبات تتمثل بفترات شديدة الجفاف تعقبها فترات أكثر إمطاراً من المعتاد. إلا أنه لا يمكن التنبُّوء بطول هذه الفترات وبتواتر تعاقبها كما سنوضح ذلك فيما بعد.

إن هذه التقلّبات تؤدِّي إلى تقلُّص المنـاطق الجافـة وشبه الجـافة خـلال الفترات المطيرة وإلى اتساعها في الفترات الجافة بحيث تصبح المناطق الجافة مناطق شديـدة الجفاف والمناطق شبه الجافة تصبح جافة والمناطق شبه الرطبة تصبـح شبه جـافة، وهكذا فإن منطقة شبه جافة تأخذ صفات المنطقة الجـافة خـلال فترة زمنيـة معينة بينما تأخذ صفات المنطقة شبه الرطبة خلال فترة زمنية أخرى. خلال الفترة الجافة تصبح الأنظمة البيئية أكثر استجابة للتدهور، لا سيما إذا تابع الانسان استغـلالها بالأسلوب نفسه الذي كان يستغلها به في الفترات المنـاخية الاعتيـادية، لا سيمـا في مناطق المراعي الطبيعية، حيث يبقى عدد الحيوانات كمـا كان، ويؤدي هـذا السلوك إلى زيادة الضغط على المراعي وبالتالي إلى التدهـور السريع للنبت الطبيعي وللتـربة. فإذا كانت فترة الجفاف طويلة، يزداد تدهـور البيئة بتسـارع كبير ويظهـر التصحّر جلياً.

أما في السنوات المطيرة، فإن الانســان يميل إلى زيـادة الضغط على المـراعي من طريق زيادة عدد الحيوانات وإبقاء هذا العدد حتى بعد انتهاء الفتـرة المطيرة، ممـا يسبب تدهوراً شديداً للغطاء النباتي وللتربة وما يتبع ذلك من تدهور شامل للبيئة.

د ـ من المعـروف إن رطوبـة التربـة التي تستفيد منهـا النباتـات تتعلق بهطـول الأمطار وبالطاقة المتوفرة وبترشيح مياه الأمطار داخـل التربـة وبالصرف والتبخّـر. وقد دلّت الدراسات أن «العامل الحرج» بالنسبة للنبت لا يكمن في الأمطـار الهاطلـة نفسـها، وإنما في كمية الماء الموجودة في التـربة والتي يمكن أن يستفيـد منها النبت، وهذا يرتبط بقوام التربة وعمقها وبنيتها.

من هنا تظهر أهمية طبيعة التربة، لا سيمـا خواصهـا الفيزيـائية، في الاحتفـاظ بالماء وبالتالي في استفادة النباتات منها؛ فالفرق في الخـاصِّية الشّعرية capillarity يجعل ضياع الماء عن طريق التبخُّر في الأراضي الغضارية العاريـة مثلاً، أعـلى بكثير منه في الأراضي الرمليـة. كما أن طبقـة قاسيـة وجافـة تتشكل في الأولى عـلى سطح التربة، تمنع إنبات البذور.

بالاضافة إلى ذلك، فإن رطوبة التربة، لا سيما في المناطق الجافة، تتعلّق «بالنّدى» وبتكرار حدوثه الذي يتحدَّد جزئياً بتدرج درجات الحرارة داخل التربـة. إن دراسة

النَّدى تأخذ أهمية خاصة في المناطق الجافة والصحاري أكثر منها في المناطق الرطبة، وذلك بسبب التوازن الرطوبي غير الملائم للأراضي الجافة (Reitan & Green, 1968). في الصحاري الشاطئية، يلعب «ضباب البحر» دوراً أساسياً في التوازن المائي. إن كمية الماء الناتجة من الضباب البحري والنَّدى تتعلق بالبنية الدقيقة لسطح التربة وبكمية البقايا النباتية التي تَسُفُّها الرياح. إن النَّدى وضباب البحر يخففان إلى حد ما الصفات الجفافية للمناخات الجافة.

هـ - تتميَّز الأتربة في المناطق الجافة وشبه الجافة بخصائص معيَّنة تنعكس على الأنظمة البيئية. فلقد تشكَّلت هذه الأتربة بواسطة عمليات فيزيائية وكيميائية وبيولوجية جفافية ولم يلعب الماء فيها إلّا دوراً محدوداً؛ لذا فهي أتربة غنية بالأملاح نتيجة قلة انغسالها بواسطة مياه الأمطار؛ كما أنها تتميز بتركيز أشدّ للأملاح في الطبقة السطحية نتيجة التبخر الشديد من سطح التربة خلال الأشهر الجافة والحارة. غير أن كمية بعض العناصر الغذائية في التربة، لا سيما الآزوت وأحياناً الفوسفور، تبقى محدودة جداً، نظراً إلى نقص المواد العضوية في الأتربة بسبب التفكك السريع الذي يصيبها.

يبين الجدول - 3 - عن (Bazilevich, 1974) المدَّخرات الآزوتية في البقايا العضوية المتراكمة فوق سطح التربة في الأنظمة البيئية المختلفة:

جدول - 3 -

المدَّخرات الآزوتية في البقايا العضوية المتراكمة فوق سطح التربة في الأنظمة البيئية المختلفة

(Bazilevich, 1974)

المنطقة	آزوت طن/كم^2
القطبية	106.20
الشمالية	76.00
شبة المدارية	
الرطبة	18.00
شبه الجافة	10.50
الجافة	3.00
المدارية	
الرطبة	8.60
شبه الجافة	5.70
الجافة	1.20

يوضح هذا الجدول انخفاض المحتوى الآزوتي في البقـايا العضـوية في الأنظمـة البيئية الجافة وشبه الجافة المـدارية وشبـه المداريـة بشكل ملحـوظ بالمقـارنة مـع الأنظمة البيئية الرطبة، لا سيما بالمقارنة مع الأنظمة البيئية القطبية والشمالية.

إن هذه الخاصة يجب أن تؤخذ بالحسبان عندما يُراد استغلال هذه الأنظمة، لا سيما عند تطبيق التكنولوجيا الغربية على المناطق المدارية وشبه المدارية الجافة منها وشبه الجافة.

3.1.2 ـ اختلال التوازن الطبيعي للأنظمة البيئية وعلاقته بالتصحّر

عرفنا أن الأنظمة البيئية في المناطق الجافـة وشبه الجـافة تتميـز بتوازن طبيعي سريـع العطب، يمكن أن يختل بسهـولة تحت تـأثير سـوء الإدارة والاستغـلال غـير الرشيد للموارد الطبيعية من نبت ومياه وأتربة، لا سيما عندما تتعاقب سنوات أشدّ جفافاً من المعتاد. إن هذا الاختـلال في التوازن الطبيعي لـلأنظمة البيئيـة هو الـذي يؤدّي إلى التصحّر.

إن سوء استغلال الغطاء النباتي في مناطق الغابات الطبيعية والمـراعي يؤدّي مع الزمن إلى تعرية التربة وتعريضها للانجراف المطري والريحي. ينتج من ذلك سيلان مياه الأمطار، لا سيما على المنحدرات وانخفاض تسرُّبهـا داخل التـربة، ممـا يخفف من استفادة التربة والنباتـات من مياه الأمطـار ومن تغذيـة المياه الجـوفية، ويـولّد سيولاً جارفـة. ونظراً لقلـة الأمطار بشكـل عام في المنـاطق الجافـة ونصف الجافـة واشتداد حدّة الأشعة الشمسية وارتفاع قيمة التبخر، تجف التربة العاريـة أو شبه العارية. وبعد زوال المادة العضوية، تتهدم بنية التـربة وينخفض تمـاسك حبيبـاتها وتصبح عرضـة للانجراف الريحي والمائي أكثر فـأكثر. ومـع الزمن يتضـاءل الغطاء النباتي شيئاً فشيئاً، وتدريجاً يحل محـلّ النبت الأصلي نبت أقـل كثافـة ومؤلف من أنواع خاصة بالمناطق الجافة. وهكذا تتدهور الأنظمة البيئية وتتحوّل في المناطق شبه الرطبة إلى حـالة شبـه الجفاف، وفي المنـاطق شبه الجـافة إلى حـالة الجفـاف، وفي المناطق الجافة إلى حالة شدة الجفاف، وفي المناطق الشديدة الجفـاف الى حالـة شبه الصـحراء أو الصـحراء الفعلية، حيث يكون التدهور كلياً تقريباً.

إن السيلان السطحي لمياه الأمطار هو عنصر فعّـال في اختلال التـوازن الطبيعي للأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة، ويعتبر من أهم العوامل المؤديـة إلى تدهور هذه الأنظمة واتجاهها نحو التصحُّر.

إن استعـادة الأراضي التي تعرضت إلى التصحُّـر ممكنـة إذا اتخـذت التـدابـير اللازمة لذلك، والمتمثلة بحسن استغلال النبت والتـربة والميـاه، ولا ينطبق ذلك عـلى

حالة تدهور الأراضي في المنـاطق الشديـدة الجفاف والمتحـوّلة إلى صحـار فعلية. إن تكلفة العملية ترتبط ارتباطاً وثيقاً باتساع التدهور وشدته، فكلّما كانت المعالجة باكرة كانت أكثر ضماناً وأقل كلفة.

بناءً على ما تقدم يمكن أن نعرِّف التصحّر كما يلي:

التصحّر desertivication **هو أحـد أشكال التـدهور الشـامل الـذي يصيب الأنظمة البيئية تحت تـأثير العـوامل المنـاخيّة غـير الملائمـة وسوء استغـلال الغابات والمـراعي الطبيعية والأراضي الـزراعية والميـاه. وهو يتجـلّى بازديـاد الجفـاف وانخفاض إنتـاجية الأرض وحلـول نبتٍ جفافي ومبعثـر محـل النبت الأصـلي. أي أن البيئة تـأخذ مجمـوعة من الصفـات الجديـدة تشبـه صفـات المناطق الصحراوية، لا سيما من الناحية الانتاجية.**

ومن الجدير ذكره أن التغيرات المناخية التي تصيب المناطق الجافة وشبه الجافة، ولا سيما من حيث انخفاض هطول الأمطار من فتـرة لأخرى، هي عـوامل مسـاعدة على التصحّر.

إن سوء استغلال الأنظمة البيئية من قبل الإنسان يبقى السبب الرئيسي والفعّال في عملية التصحّر. وسوف نفصِّل ذلك بشيء من التوسُّع لاحقاً.

إن أكثر المناطق استجابةً للتصحّر هي تلك التي تمتد شمال وجنوب الصحراء في شمال افريقيا، وكذلك المناطق الجافة من شرقي المتـوسط، وتأتي في الـدرجة الثـانية المناطق الجافة في شرق أفريقيا.

2.2 ـ خصائص عملية التصحّر

عرفنا سابقاً أن عملية التصحّر تحدث داخل المناطق الشديـدة الجفاف والجـافة وشبه الجافـة بشكل رئيسي، أي خـارج الصحاري؛ وهي تظهـر بشكل بقـع مبعثرة داخل هذه المناطق وفي الأجزاء الأكثر تدهوراً والأكثر حساسية للتـدهور. ومـع تقدم التصحّر تتسع هذه البقع تدريجياً ويتصل بعضها ببعض حتى تسيطر على المنطقـة كلها. وهكذا يعمّ التصحّر كل المنطقة.

ولما كانت المناطق الشديدة الجفاف والجافة وشبه الجافة متاخمة للصحارى، فإن هذه المناطق المتصحّرة تتصل بالصحارى. وهكـذا تبدو الصحـاري كأنهـا هي التي تتقدم وتزحف باتجاه المناطق المتاخمـة لها. لـذلك سميت هـذه الظاهـرة في البدايـة الـزحف الصحراوي، إذ كـان يُعتقد أن التصحّـر يشكـل جبهـة تهجم من المنـاطق الصحراوية باتجاه المناطق المجاورة لها، كزحف الرمال الصحراوية.

إن زحف الرمال الصحـراوية تحت تـأثير الـرياح ليس إلاّ حـالة استثنـائية من حالات التصحّر، ولا يمكن اعتباره ممثلاً نموذجياً لهـذه العملية التي تبـدأ بالظهـور خارج الصحارى كما ذكرنا، وقد دلّت على صحة ذلك جميع الـدراسات والمـلاحظات التي أُجريت في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم.

3.2 ـ التمييز بين المناطق الصحراوية (الصحارى) والمناطق المتصحّرة

إن ما تقدم ذكره عن كيفية حـدوث عملية التصحّـر، قد أوضـح لنا أن **المنـاطق المتصحّـرة لم تكن صحـارى سـابقاً**، بـل كانت منـاطق منتجة وذات غطـاء نبـاتي يتنـاسب مع درجـة جفافهـا، وأن التدهـور الشديـد الذي نتـج من اختلال تـوازن أنظمتها البيئية بسبب سوء استغلالها، أدّى إلى تغيرات بيئيـة محلية جعلهـا تأخـذ صفات أقرب الى صفات الصحارى، لا سيما من حيث الإنتاجية.

إن هذه المناطق المتصحّرة هي أصلاً منـاطق خاضعـة لمناخـات غير صحـراوية، وبشكل خاص للمناخ المتوسطي والمناخ المداري. فبالرغم من التغيرات التي أصابت الأنظمة البيئية وسبّبت تدهورها بدرجات متفاوتة، إلا أن المناخ العام السائـد سواء كان متوسطياً أو مدارياً لم يتغيّر، فـالأمطار لا تـزال تسقط تبعاً لـلأشهر والفصـول بنفس النظام. إن التغير بازدياد الجفـاف قد حـدث على مستـوى النظم البيئية، أي حدث تآكل في المناخ المحـلي، عند مستـوى حياة النبـاتات من حيث ضعف تغـذيتها المائية وقلة تسرُّب الماء داخل التربـة وارتفاع شـدة التبخُّر، ممـا جعل المنـاخ المحلي المحيط بالنباتات شديد الجفاف، وهذا ينعكس على نوع الغطاء النباتي وكثافتــه، كما لو أن المناخ العام للمنطقة كلها قد اتجه نحو الجفاف.

إن نسبـة مياه الأمطـار المَسِيلة والضـائعة بـالنسبة للتـربة والنبـاتـات والميـاه الجوفية، يمكن أن تصـل إلى 95% من الأمطار السنـوية عـلى المنحدرات الشـديدة العارية من الغطاء النباتي أو الضعيفة الغطاء النباتي؛ أي أن 5% فقط من الأمطار السنـوية يستفـاد منها، بينمـا يضيع القسم البـاقي عن طريق الانسيـال والتبخُّر. فعمليــة تدهـور الغطاء النبـاتي والتـربـة تؤديـان إذاً إلى خلق بيئـة محليـة تتسم بشـدة الجفاف بسبب عدم إمكانية الاستفادة المثلى من مياه الأمطار الساقطة. فـإذا كانت هذه المنحدرات تقع في منطقة شبه جافة، فإنها تأخذ صفات أكثر جفافيـة من بيئتها الأصلية، وتكون عندئذ قد بلغت طور التصحُّر أو أنها تصحّرت فعلاً.

أما الصحارى فهي مناطق شديدة الجفاف يعود تشكّلها إلى عوامل كـونية وليس للإنسـان أي تأثير في هذا التشكُّل، وهي مناطق تتميز أصلاً بمناخ صحراوي منذ أن

تشكَّلت. وهي تختلف عن المناطق شبه الجافة والجافة، حيث يحـدث التصحّر وحيث يسود مناخ متوسطي أو مداري أو قاري يتميَّز بصفاته الخـاصة التي تجعلـه يتميّز عن المناخ الصحراوي.

ويعتبر التفاوت الكبير في سقوط المطر على مـدار الزمن احدى الظواهر الهامـة في المنـاخ الصحراوي. ففي المحطـات الصحراويـة مثل محطـة أليس سبرينـغ Alice Spring التي تقع فيما يسمى بقلب استراليا الميت، يـزداد مدى الاختـلاف عن أية محطـة أخرى أكثـر من 50%، كما أن الصحـراء الليبيـة يتـراوح مـدى اختـلاف التساقط فيما بينها بين 80 و 100% ، بـل يصـل أحيانـاً إلى 150% في الواحـات الداخلة (بين واحة الكفرة والواحات الخارجة) في مصر.

وبالإضافة إلى الاختلاف الزماني للتسـاقط في المناطق الصحـراوية فـإنه أيضـاً يتباين مكانياً إلى حد كبير. فالمطر الصحراوي غـالباً مـا يوصف حقـاً بأنـه محلي أو موضعي، حيث يختلف تساقط المطر اختلافاً كبيراً من موقع إلى موقع ضمن منطقـة صغيرة.

وثمة ظاهـرة أخرى لـلاختلاف الكبـير في كمية التسـاقط في الصحارى تتمثـل في الأرقام العالية جداً التي تسجّل للمطر الساقط خلال عاصفة مطرية واحدة قد تكون آثارها أخاذة. كما أن كمية الأمطار القصوى الساقطة في 24 ساعة قد تزيد عن قيم المعدلات السنوية للتساقط في المدى الطويـل، وفي بعض الحالات تـزيد عنهـا بشكل ظاهر.

ملحوظة:

وضعت عدة معادلات تجريبية لتعريف الصحراء وتمييـزها عن المنطقـة الجافـة. إلا أنه، من الناحية العملية، يلاحظ أن هذه المعـادلات جميعاً تتفق فيمـا بينها عـلى تحديد الحد الأعلى للصحراء وهو خط **تَساوي الأمطار**isohyet الذي يعادل 100 مم سنوياً (Le Houehou, 1959, 1968,)، ما عدا بعض الاستثناءات كما في الصحـارى الشاطئية في الشيلي والبيرو وناميبيا حيث يحدد الحد الأعلى للصحراء بالخط 50 مم، نظراً لارتفاع قيمة الرطوبة الجوية خلال فترة معينة من العام.

إن هذا الحد الأعلى للصحراء 100 مم سنـوياً ينـاسب نقصاً مـائياً دائمـاً حيث تكون قيمة **التبخُّـر الكُلِّي (التبخّـر والنَّتْح) الأعظمي** evapo-transpiration أعـلى من متوسط الأمطار في كل شهر من أشهر السنة.

4.2 ـ هل التصحّر عملية عكوسة

ـ اذا وصل تدهـور البيئة إلى حـده الأقصى، أي إلى انجراف التـربة بشكـل تام وظهور الصخرة الأم القاسية عـلى السطح، عنـدئذ فـإن الأمل في إصـلاح الوضـع وإعادة استغلال هذه الأراضي زراعياً يكون قد ضاع نهائياً. في هذه الحالة نقـول إن التصحّـر هو عمليـة غير عكـوسة، أي أن المنطقـة قد خـرجت نهائيـاً من الاستثمار الزراعي وتحوَّلت إلى أراضٍ جدباء إلى الأبد.

لدينا أمثلة عديـدة على هـذه الحالـة في المناطق الجـافة وشبـه الجافـة في البلاد العربية، لا سيما في الاراضي المنحدرة التي فقدت تربتها تحت تأثير الانجراف المائي والريحي بعد زوال الغطاء النباتي وبانت الصخرة الأم القاسية أو القشرة الكلسيـة القاسية على السطح، مما أدى إلى تحوُّل هذه المناطق الى مقالع للحجر، لعدم إمكانية استغلالها زراعياً. ومن الأمثلة على التصحّر غير العكوس بعض المنـاطق في السلسلة الشرقية لجبال لبنان وفي جبال القلمون في سوريا.

ـ في الحالات الأخرى، وهي الحالات الأكثر انتشاراً، يكون التصحّـر في مراحلـه الأولى أو المتوسطة، أي أن التربة لا تزال موجودة على الرغم من تدهـور خصوبتهـا وتدمير الغطـاء النباتي وانخفـاض إنتاجيـة الأرض. في هذه الحـالات يمكن إصلاح العطب باتخاذ الوسائل الضرورية.

إلا أن كلفة عملية الإصلاح ترتبط بشدّة التدهور واتساعـه؛ فكلما أتت المعـالجة باكرة كانت أكثر ضماناً وأقل كلفة.

لا توجد حلول مطلقة يمكن تطبيقها على كل حالات التصحّر، لذا لا بـد من إجراء دراسات لكل حالة من الحـالات وانتقاء التقنيـات الممكن اتباعهـا لمكافحـة التصحّر والتدابير الاجتماعية والسياسية التي يجب اتخاذها لتطبيق الإجراءات.

ومن الجدير التنبيه إليه أن الحلول التقنية لا تعطي نتائجها الإيجابية في مكافحة التصحّر إلّا إذا رافقتها إرادة سياسية من قبل السلطة لتطوير العادات الاجتماعية المنافية لسوء استغلال وإدارة الموارد الطبيعية عن طـريق إصدار التشريعـات التي تكفل حماية هذه الموارد من العبث.

الفصل الثالث

3 ـ الأسباب المؤدّية إلى التصحّر

1.3 ـ هل يعود التصحُّر إلى أسباب مناخية عامة بـاتجاه ازديـاد الجفاف؟

2.3 ـ ما هو دور الإنسان في عملية التصحّر؟

1.2.3 ـ أسباب التصحّر في مناطق المراعي الطبيعية.
2.2.3 ـ أسباب التصحّر في المناطق الحراجية (الغابيَّة).
3.2.3 ـ أسباب التصحّر في مناطق الزراعة المطريّة.
4.2.3 ـ أسباب التصحّر في مناطق الزراعة المرويّة.

1.3 ـ هل يعود التصحُّر إلى أسباب مُناخية عامة باتجاه ازدياد الجفاف؟

ثمة اتجاهان حول الأسباب المؤدّية إلى التصحّر الذي يصيب معظم المناطق الجافة وشبه الجافة وحتى شبه الرطبة في العالم.

يعتقد أصحاب الاتجاه الأول، من بين علماء المناخ، أن المناخ على الكرة الأرضية يمرّ بمرحلة جافة طويلة الأمد، ولهذا تأثير واضح في تسريع التصحّر. أي أن عملية التصحّر ناتجة، وفقاً لهذا الرأي، عن تغيرات مناخية كونية ليس للإنسان من تأثير يذكر فيها؛ وبالتالي فإن التصحّر مفروض علينا. ويُرجِع مؤيدو هذا الاتجاه، أي مؤيدو النظرية المناخية للتصحّر، من جغرافيين وتاريخيين، يُرجعون تدهور الحضارات القديمة التي ترعرعت في المناطق الجافة وشبه الجافة وعلى هوامش الصحاري، إلى التغيرات المناخية التي طرأت على هذه المناطق وجففتها، لا سيما في فترة الأمبراطورية الرومانية والقرون الوسطى.

إن الاثباتات حول الأسباب المناخية للتصحّر واهية، ومن الصعب القبول بها؛ كما أن أتباعها قليلون جداً في العالم.

أما أصحاب الاتجاه الثاني، فيعتقدون أن التحاليل الاحصائية الدقيقة للمعطيات المناخية والهيدرولوجية المتراكمة منذ أكثر من مئة عام في أماكن عديدة من المناطق الجافة (قسنطينة 1830، الجزائر 1843، سان لويس 1855)، لا تسمح بالاستنتاج أن المناخ يتجه نحو الجفاف لفترة طويلة من الزمن، وإنما توضح فقط وجود تعاقب فترات جافة وفترات ماطرة، ولكن دون إمكانية التنبُّوء بطول كل فترة وشدّتها وانتظام ترددها. أي أنه، بمعنى آخر، لا توجد دورات مناخية بكل معنى الكلمة.

إن أصحاب هذا الاتجاه يشكلون الغالبية العظمى من العاملين في هذا المجال،

كما أنهم يبنون اعتقادهم على حقائق قابلة للمراقبة ومثبتة، لا على فرضيات. إن أهم الفترات الجافة في شمال الصحراء الكبرى في أفريقيا الشمالية هي التالية: 1920-1925, 1944-1948, 1959-1961، أما في جنوب الصحراء الكبرى فهي التالية: 1913-1916, 1940-1946, 1969-1973. وإن أقسى السنوات الجافة كانت الفترة 1944-1948 في شمال الصحراء الكبرى والفترة 1913-1916 في جنوبها.

إن هذه الفترات الجافة لا تسمح بالتنبُّوء عمّا سيحصل في الربع الأخير من القرن الحالي، ولا في القرن المقبل.

هذا وان الدراسات في شرقي المتوسط Blanckenhorn, Huxley Pearse 1970، لم تثبت وجود تغيرات مناخية غير اعتيادية منذ خمسة آلاف سنة تقريباً قبل الميلاد. إن المناخ في المنطقة قد أصابته تغيرات كبيرة خلال فترة ما قبل التاريخ، أي منذ 12 ألف سنة قبل الميلاد وحتى بداية الحضارة الزراعية، أي من حوالي ستة آلاف سنة قبل الميلاد. إلا أنه منذ بداية الفترة التاريخية، لا سيما منذ خمسة آلاف سنة قبل الميلاد تقريباً، لا يوجد أي أثر لتغيرات مناخية شديدة فجائية أو متدرّجة يمكن أن تؤدي إلى التصحّر المتسارع الملاحظ.

بما أنه لا توجد إثباتات قاطعة حول الجفاف التدريجي للمناخ، فما هي الأسباب الحقيقية للتصحُّر إذاً. إن علماء البيئة يرجعون هذه الأسباب إلى تضافر حادثتين:

- حدوث فترات جافة طويلة نسبياً.
- تدهور التوازن البيئي بواسطة الإنسان وحيواناته.

للإنسان إذاً تأثير واضح في دفع عملية التصحّر ومسؤوليته كبيرة. ولكن ما هو دوره الفعلي في هذه العملية؟ هذا ما سنحاول توضيحه في الصفحات التالية.

2.3 ـ ما هو دور الانسان في عملية التصحُّر؟

لقد قام العديد من الاختصاصيين بتحليل أسباب وآليات التصحّر سواء في شمال الصحراء الكبرى أو في جنوبها أو في شرقي المتوسط. وكلهم متّفقون أن عودة الفترات الجافة هي شيء اعتيادي في المناطق الجافة ويعتبر حادثاً كلاسيكياً عاماً في كل المناطق المتميزة بانخفاض نسبة أمطارها. كما أن كل المهتمين بدراسة المناطق الجافة وإدارتها واستغلالها متفقون كذلك بأن السبب الرئيسي في عملية التصحّر هو سوء إدارة واستغلال الأنظمة البيئية من قبل الانسان، لا سيما النبت والتربة والمياه، وأن ما ساعد على تسارع التصحّر في النصف الثاني من هذا القرن، هو الانفجار السكاني الذي ميّز هذه الفترة والذي أدّى إلى زيادة الحاجة إلى الغذاء،

وبالتالي إلى ازدياد الحاجة إلى الاراضي المزروعة وإلى الحيوانات.

وقد دلَّت الاحصائيات أن تزايد السكان الحالي في المناطق الجافة الآسيوية والأفريقية يراوح سنوياً ما بين 2% و 3.5%، أي أن عدد السكان يتضاعف كل 20 إلى 35 سنة.

ولكي نوضِّح كيف يحدث التصحّر تحت تأثير الإنسان وحيواناته، فإننا سنقوم فيما يلي بدراسة أسباب التصحّر وآلياته في المناطق الرعوية والحراجية وفي مناطق الزراعات المطرية والمرويَّة، وذلك بهدف توضيح هذه الأسباب للتمكّن من مكافحتها وإعطاء العلاج اللازم لا لكبح عملية التصحّر وحسب، بل لعكسها في كل حالة من الحالات التي سنتناولها.

1.2.3 ـ أسباب التصحّر في مناطق المراعي الطبيعية

أ ـ من أهم أسباب تصحّر مناطق المراعي الطبيعية الجافة هو ازدياد المساحات المزروعة على حساب المراعي الطبيعية لا سيما في المناطق التي تقل أمطارها السنوية عن 200-250 مليمتراً، وقد تسارع التعدّي على مناطق المراعي الطبيعية مع تسارع الازدياد السكاني، وأدَّت الحراثة إلى إزالة الغطاء النباتي الطبيعي الذي كان يثبت التربة ويحميها والى تفتيت التربة وجعلها أكثر استجابة للانجراف، مما أدّى، مع الزمن الى تنشيط الانجراف الريحي وزيادة عدد الزوابع الترابية، لا سيما وأن هذه الزراعات تترك الأرض عارية من ستة أشهر إلى تسعة، مما يجعلها عرضة للإنجراف المائي والريحي. إن إدخال الآلات الحديثة وحراثة البادية قد ضاعفا تدهور الغطاء النباتي والأتربة، وقد لوحظ أن الحراثة الميكانيكية تزيل كل الأنواع المستديمة من أول أو ثاني حراثة. بينما كانت الحراثة التقليدية لا تزيلها إلَّا بعد سنوات عديدة.

والأمثلة على ازدياد وتكرار شدة الزوابع الترابية واضحة لدى كل سكان المناطق الجافة والمناطق المجاورة لها..

إن إزالة الغطاء النباتي لتحويل المراعي الطبيعية إلى أراض زراعية تتمّ عادة في الأراضي الجيدة الخصوبة التي تحمل أفضل الأعلاف ثم تتجه نحو المناطق الأكثر جفافاً بالتدريج. إن المحاصيل المزروعة هي القمح والشعير غالباً في الناخات المتوسطية والدخن في المناخات المدارية. وبالرغم من قلَّة الأمطار السنوية في هذه المناطق الجافة، فإن تدهور الغطاء النباتي لاسيما على المنحدرات يزيد من الجريان السطحي لمياه الأمطار وضياعها في مجار مؤقتة أو سيلية دون إمكانية الإفادة منها، فتضيع عن طريق التبخر، مما يؤدي إلى ازدياد الجفاف على مستوى النبات، أو

بتعبير آخر على مستوى المناخ المحلي أو الموضعي. وقد أصبحت **الميـاه السيلية** من أهم علائم المناطق الجافة المتدهورة، وهي من علائم التصحُّر، تماماً كازدياد الزوابع الترابية.

عندما تتدهور الأتربة المزروعة بشكـل نهائي وتصبـح غير قـابلة لـلانتاج، تُتـرك إلى أراض رعوية أخرى وهكذا، بحيث يمتـد التصحّر بـالتدريـج إلى كافـة المناطق ويعمّها. ولمّا كانت حاجات الدنيـا للعيش هي بحدود 300 كـغ من الحبوب للفـرد في السنة، في غياب تربية الحيوان، فإنـه يجب تأمـين 2 إلى 3 هكتارات من المـزروعات لكل فرد، أي ما يعادل وسطياً 5 إلى 15 هكتاراً لكل عائلـة. وإذا اعتبرنـا أنه يعيش خمسون مليون نسمة في المناطق المعرَّضة للتصحّر، فإن المساحة المزروعة فيها تعادل تقريباً مئة مليون هكتار. وقد أثبتت الإحصائيات أن اتسـاع المزروعـات على حسـاب المناطق الرعوية الجافة في العـالم الثالث قـد تمّ بنسبة ازديـاد السكان، أي بحـدود 2.5% إلى 3% في العام.

فمثلاً دلّت الإحصائيات الحكوميـة في السودان أن الأراضي المـزروعة في منطقتي درفور وكردفان قد ازدادت من 300 ألف هكتار إلى مليون وخمسمائة ألف هكتار بين 1960 و 1973. وفي الوقت نفسه انخفض المردود بحدود 75%.

وكذلك ازدادت المسـاحات المـزروعة في أواسط مـالي من 190 ألف هكتار إلى 370 ألف هكتار، وذلك بين أعوام 1952 و 1975.

وبالنسبة للأسباب نفسها، فإن مربي الحيوانـات يحاولـون اقتناء عـدد أكبر من الحيوانات لتلبية حاجة الازدياد السكاني في المناطق الجافة وشبه الجافة.

ولمـا كانت المـراعي تتدهـور تدريجـاً، فإنهـا تصبح غـير صالحـة لـلأبقـار التي يُستعاض عنها تدريجاً بالأغنام. وإذا ازداد التدهور يُستعاض عن الأغنام بـالماعـز الـذي يتكاثـر بسرعة أكثـر، إلّا أنه يسبب أذى كبيـرا للمراعي لا سيمـا إذا وُجـد بأعداد كبيرة. ومع استمرار التدهور تحلّ الجمال مع المـاعز، كمـا حدث في المـراعي المتدهورة في الشرق الأوسط.

إن ازدياد عدد الحيوانات يتطلب إيجاد نقط مائية إضافية لإرواء الحيوانـات مما يسبب ازدياد كثافتها حول هذه النقط المائيـة في السنوات الجـافة وبـالتالي تـدهوراً سريعـاً في الغطاء النبـاتي. وقد لـوحظ في النيجر أن بعض النقط المـائيـة قـد أروت بحـدود 40 ألف إلى 50 ألف رأس بقر. ولمـا كانت الحيـوانات لا تستطيـع أن تبتعد لأكثر من 20 كم من النقط المائية في الفصول الجـافة والحـارة، فإنـه يحدث تـدهور سريع للغطاء النباتي حول هذه النقاط خلال بضع سنوات فقط.

ب ـ إن إزالة الغطاء النباتي من مناطق المراعي الطبيعية أدّى إلى زوال الأنـواع الخشبية كما حصل في القسم الشمالي من الصحراء الكبرى في شمـالي أفريقيـا وفي منطقة الشرق الأوسط. والحقيقة أن الشجرة الحراجية قد زالت تقـريباً من المنـاطق التي تقلّ أمطارها عن 300 مليمتر في السنة. وقد أدّى غياب الشجرة الحـراجية إلى اقتلاع الشجيرات والنباتات الخشبيـة الصغيرة للتـدفئة والـوقيد، ممـا سبّب إفقار المراعي بهذه النباتات التي كانت تستخدم غذاء للحيوانات وتسهم في حماية التربـة من الانجراف.

وقـد أدّى اقتلاع هـذه النباتـات إلى الإسراع في تدهـور البيئة واتجـاهها نحـو التصحّر. ومن المعروف أن الوقيد الوحيد المستعمـل في بعض مناطق الهنـد والشرق الأوسط المتصحّرة هو مخلفات الحيوانات المجففة، لا سيما الأبقار والجمـال. إلاّ أن الوضع أخذ يتغيّر نسبياً في الشرق الأوسط مع انتشار المازوت للوقود والتدفئة.

وقد دلّت بعض الدراسات في جنوب تونس أن زوال الأنواع الخشبية هو مسؤول عن تصحّر 0.3% من المساحة كل عام.

ج ـ إن الحـرائق تشكل خطراً واضحاً على المراعي الطبيعية، لا سيما في منـاطق السـاحـل في أفـريقيـا عنـدمـا تصـل **الكتلـة الحيـويـة** biomass للنبـاتـات في الحقـل أو تتجاوز ألف كـغ / هكتار، أي في السنـوات الجيدة الأمطـار. وقـد بيَّنت الدراسات أن الحرائق تدمّـر في كل عـام ما يعـادل 80 مليون طن من الأعـلاف في السافانا الأفريقية التي تحصل على أكثر من 300-400 مليمتر من الأمطار السنوية، أي ما يعادل الطعـام اللازم لخمســة وعشرين مليون رأس بقـر خلال تسعـة أشهر. بالإضافة إلى ذلك، فان هذه الحرائق تطرد الحيـوانات نحـو المناطق المجـاورة حيث يزداد عددها أكثر من قدرة هذه المناطق على التحمل، ممّا يؤدي إلى تدهورها.

2.2.3 ـ أسباب التصحّر في المناطق الحراجية (الغابيّة)

تتدهور الغابات الطبيعية تحت تأثـير الحرائق المتكـرّرة والرعي الجـائر والقطـع السيِّىء، وينتج من هذا التدهور تغيرات في البيئة المحلية باتجاه ازدياد الجفاف على مستوى المناخ المحلي وخصائص التـربة وإنتـاجيتها. وسـوف نبيِّن فيمـا يلي عمليـة التدهور تحت تأثير العوامل الهدّامة.

أ ـ تأثير الحرائق المتكررة

تؤثِّر الحرائق المتكرّرة في الغابات وتسبِّب تدهورها بطريقتين:

ـ تؤثِّـر في التركيب النبـاتي، فتؤدِّي إلى إزالة الأصنـاف النبـاتيـة التي تتـأثـر

بالحرائق وإبقاء النباتات التي تقاوم الحرائق. وبصورة عامة فإن النباتات العشبية وبصورة خاصة النباتات ذات الجذامير والتي توجد بشكل كتل كثيفة تكون أكثر مقاومة من النباتات الخشبية.

- تسبب الحرائق أيضاً سرعة تحول المادة الدبُالية في التربة من جرَّاء الارتفاع الشديد في درجة الحرارة أثناء الاحتراق ومن جراء إزالة الغطاء النباتي الذي يعرِّض التربة إلى تأثير أشعة الشمس المباشرة التي تزيد من شدة تبخُّر الماء من التربة، وهكذا تزول المادة الدُّبالية مع الزمن من التربة. ولما كانت المادة الدبالية تقوم بدور كبير في ربط حبيبات التربة بعضها ببعض، وتحسين بنية التربة وتغذية البوادر فإن الحرائق المتتالية تؤدي إلى تهديم هذه البنية وإفقار التربة بالعناصر الغذائية. وبذلك تصبح التربة أكثر حساسية للانجراف بواسطة الأمطار والرياح نظراً لعدم وجود الارتباط الوثيق بين حبيبات التربة.

في المناطق ذات المناخ المتوسطي بصورة خاصة، حيث تهطل الأمطار بشكل زخات مطرية يسبِّب الإنجراف هنا إفقار التربة بالمواد الغروية (الغضار والدُّبال) التي تساعد على امتصاص الماء داخل التربة، الأمر الذي يؤدي إلى انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء بصورة تدريجية كلّما تقدمت مرحلة التدهور تبدو علائم جفاف التربة بظهور نباتات تتحمل جفاف التربة أكثر فأكثر، حتى إنه في مراحل التدهور النهائية حيث تكون التربة قد أصبحت شديدة الجفاف لا نجد على أرض الغابة إلا النباتات الشوكية وبعض النجيليات والنباتات التي تتحمل شروط الجفاف في التربة.

ب - تأثير الرعي الجائر

يشكل الرعي المتواصل خطراً شديداً على الغابات ويُسبِّب تدهورها عندما تكون في المرحلة الأولى من عمرها، أي عندما تكون في حالة غراس. تأكل الحيوانات الغراس الفتية وتسبب موتها، وبهذا تتعرّى التربة تدريجياً إذا بقي الرعي متواصلاً، وتصبح معرّضة للتقلبات الجوية التي تسبب تدهورها. هذا وإن الرعي المتواصل يسبب تغيّراً في التركيب النباتي للمجموعة الحرجية بطريقتين:

- لا تتأثر بالرعي النباتات الشوكية أو التي لها أعضاء مؤذية، إذ إن الحيوان يخشاها فلا يأكلها، بينما تزول الأصناف الأخرى التي يأكلها الحيوان ويؤدي ذلك مع الزمن إلى زوال الأصناف السهلة على أسنان الحيوانات وحلول أصناف شوكية مقاومة محلها.

- إن تعرية التربة بواسطة الرعي المتواصل تسبب زوال المادة الدُّبالية التي

تسبب بـدورها هـدم بنية التـربة وعـدم ارتباط حبيبـاتها بعضهـا مـع بعض والتي تنجرف بدورها تحت تأثير الأمطار والرياح. ويؤدِّي الرعي الجائـر بالأبقـار إلى رصّ التربة. وهكذا تفقد التربة خصوبتها وقدرتها على الاحتفاظ بالماء بصـورة تدريجيـة. إضافة إلى ذلك إن تعرية التربة تزيد من حدة تبخُّر الماء من التربة فتـزيد جفـافها. وتظهر علائم جفاف التربة بظهور أصناف تتحمل هذا الجفاف أكثر فأكثـر حتى إنه في المرحلة النهائية لا يبقى عـلى أرض الغابـة إلاّ بعض الأنواع التي تتحمـل جفاف التربة الشديد والأشعة الشمسية الشديدة والتي تعيش بشكل مبعثر.

إن نتائج الرعي تختلف باختلاف الحيوانات، فالأبقار هي أقل الحيوانات خطـراً، تأتي بعدها الأغنام ثم الماعز الذي هو أشدّها خطراً، فهو يتغذى بالنباتات الخشبيـة ويصل إلى مناطق لا يستطيع غيره من الحيوانات الوصول إليها.

ج ـ تأثير القطع السيِّىء

إن القطع السيِّىء الذي يسبب حدوث فجوات كبيرة داخل الغابة، والقطـع الكلي الذي يسبب إزالة الأشجار كلها وتعـرية التـربة، يؤدي إلى تغيـير في الشروط البيئية المحيطـة، الأمر الـذي يؤدي مع الـزمن إلى تغيير في التـركيب النبـاتي للمجمـوعـة الحرجية، ويؤدّي أيضاً إلى سرعة تحوُّل المادة العضوية وزوالهـا مما يجعـل التربـة حساسة جداً للإنجراف.

وباختصار يمكن القول بأنه تحت تأثير العوامل الهدّامة السابقة الذكـر، تتدهـور الغـابة بسرعـة في المناطق التي تتّصف بـالجفاف وتتحـوّل في البدايـة إلى مجتمعات نباتية ثانوية أكثر بساطة وأقـل فعاليـة من حيث تأثـيرها في البيئـة، لا سيما في مـا يتعلق بحماية التربة من الانجراف والمحافظـة على خصـوبتها وتنظيم جـريان ميـاه الأمطار.

كلما اشتد التدهور ظهرت مجتمعات نبـاتية أكثـر سوءاً من حيث المحـافظة عـلى البيئة، حتى إذا وصلنا إلى التدهور التام زالت النباتات وتعرّت التـربة وأخـذت مياه الأمطار تسيل على سطح الأرض، مما يزيـد في تشكّل السيـول وتغذيـة الفيضانـات ويَمْنـع تسرُّب مياه الأمطـار إلى داخل الأرض لتغـذية الميـاه الباطنيـة فتجفّ البيئة وتتجه نحو الجفاف، وهذه من أهم علائم التصحّر.

إن هـذا التدهـور ونتائجـه السيِّئة عـلى البيئة وعـلى الإنسان تـزداد حـدّة مـع انحدار الأراضي وفي المناخات التي تتصّف بالجفاف حيث تكون الغابة في حالة توازن غير مستقر.

إن القطع الجائر للغابات وخاصة على الأراضي المنحدرة يولِّـد انجرافًـا متسارعًـا للتربة وضياعًا كبيرًا لمياه الأمطار.

إن تـدهور الغـابات في منطقـة الشرق الأوسط وشمال أفـريقيا هـو المسؤول عن تدهور بيئة هذه المناطق وتوجهها نحو الجفـاف وظهور السيـول القويـة. ويبدو ذلـك جلياً في المناطق الداخلية من سورية ولبنان والأردن والجزائر والمغرب وتونس الخ..

أين عظمة تدمر؟ أين هؤلاء الناس الذين عرفوا حضارة عريقة سجلها التاريـخ؟ هل يمكننا أن نتصوّر حضارة تنمـو وتزدهـر في بيئة خـالية من الميـاه ومن الأراضي الجيّدة للزراعة؟ إن تدهور الغابـات وانعكاسـاتها عـلى انجراف الأتـربة وقلـة المياه كانت من الأسباب الرئيسية في انهيار الحضارة اليونانية. وبالإضـافة إلى ذلـك فإن تهـدّم الغابـة كنظام بيئي يخفّف من قـدرة البيئة عـلى تنقية الجـو ويؤدي إلى خلق ظروف حياتية غير ملائمة للإنسان وخاصة بالقرب من المراكز الصناعية، كمـا يَحرِم الحيوانات البرية من الملاجىء الطبيعية ويسهم في تسريع انقراضها.

3.2.3 ـ أسباب التصحّر في مناطق الزراعة المطرية

أ ـ وُلِـدت **الزراعـات المطريـة** rainfed agriculture وتسمى أيضاً الـزراعـات الجافة بشكل خاص في **المناطق شبه الجافة** وتعتبر من الزراعـات النموذجيـة لهذه المناطق. إن نجاح الزراعات المطرية في مثل هذه الظروف المناخية يتطلب التكيُّف مع تقنية خاصة تهدف بشكل رئيسي إلى جمع المياه وتخزينها وحمايتها، والإفادة المثـلى منها. فالمحـاصيل المـزروعة هي نبـاتات مقـاومة للجفـاف، لا سيما القمـح والشعير والشيلم والذرة البيضاء.

إلا أن التزايد السكاني قد ولّد ضغطاً كبيراً على الأراضي المـزروعة بهـدف زيادة الإنتـاج الزراعي والغـذاء تلبية لحـاجات السكـان المتـزايـدة، ممـا أدى إلى زحف الزراعات المطرية باتجاه المناطق الجافة التي هي في الأصل موطن المراعي الطبيعية. وقد سبّب ذلك تدهور هذه المراعي وانجراف التربـة بواسطـة الريـاح والمياه، وكـان ذلك من أهم الأسباب التي أدّت إلى تصحّـر مناطق المـراعي الجافـة في العالم، كمـا وضحنا ذلك فيما سبق (راجع أسباب التصحّر في مناطق المراعي الطبيعية).

ب ـ إن التقدم التقني باتجاه استنباط أصنـاف جديـدة من المحاصيـل المقاومـة للجفاف أو السريعة النضج بالإضافة إلى سهـولة الحـراثة وسرعتهـا نتيجة إدخـال الآلات الزراعية الحديثة قد أدّى إلى زحف الزراعة الجافة باتجاه المراعي الطبيعية الجافة. وكـان لتعميم استعمال الحـراثة الآليـة في الباديـة غير المتكيفـة مع الشروط البيئية الأثر الكبير في اختلال تـوازن الأنظمة البيئيـة الجافـة، والتصحّر المتسـارع

الملاحظ في منطقة شرقي المتوسط بعد الحرب العالمية الثانية.

ج ـ ومن الجدير ذكره أن كل المناطق نصف الجافة التي تركّزت فيها الزراعات المطرية منذ القدم، كانت، قبل الحضارة الزراعية، مغطاة بنبت طبيعي شجري وشجيري يحمي التربة من الانجراف الريحي والمطري ويحافظ على خصوبتها. إلا أن حاجة الإنسان إلى إنتاج المحاصيل الغذائية منذ بدء الحضارة الزراعية قد دفعته إلى إزالة الغطاء النباتي الطبيعي والاستعاضة عنه بزراعة المحاصيل الزراعية. إن هذا التحول قد زاد من استجابة التربة للإنجراف؛ ومما أدى إلى ذلك، استعمال بعض التقنيات مثل الحراثة الخفيفة التي تهدف إلى تهيئة مِهاد جيد للبذور، والأراضي البور العارية التي تهدف إلى إزالة كل النباتات لتسهيل مرور مياه الأمطار داخل التربة وتخفيف ضياع الماء عن طريق التبخر الكُلّي، هذا بالإضافة إلى ترك طبقة سطحية ناعمة رقيقة من التربة للحد من التبخر عن طريق الخاصية الشّعرية من جهة، ولتنشيط عملية النترجة الهوائية للمركبات العضوية من جهة أخرى.

إن كثيراً من الأراضي البور التي تمتد على مساحات واسعة في سهول متسعة عرضة للانجراف الريحي، مولدة زوابع من الغبار في الأراضي السليقة أو مسببة كُثباناً رملية في الأراضي الرملية اللِّحْفِيَّة القريبة من أسِرَّة الأنهار الجافة. ومما ينشط الانجراف الريحي غياب الأشجار والشجيرات التي اقتلعها الإنسان.

د ـ في الزراعة الجافة، غلبت الزراعة **أحادية المحصول** monoculture الزراعة المتعدّدة المحاصيل، والدورة الزراعية حيث تستعمل البقوليات وتجري تربية الحيوان. وقد سبب ذلك إفقار الأتربة الزراعية بالعناصر الغذائية، لا سيما إذا تم حرق بقايا المحاصيل بعد الحصاد بواسطة الحصّادات والدرّاسات. إن استمرار زراعة المحصول نفسه لفترة عشر سنوات يؤدي إلى إنهاك التربة وإلى تهديم بنيتها في المناطق شبه الجافة والتي كانت في الماضي خصبة وجيدة البنية. وبنتيجة تدهور التربة ينخفض المحصول وينشط الانجراف لا سيما في الأتربة الناعمة.

إن الأمثلة على هذه الزراعات الأحادية االمحصول، والتي تستخدم فيها الآلات الحديثة، عديدة في منطقة شرقي المتوسط وأثرها في التصحُّر واضح. ولقد كانت من الأسباب الرئيسية التي أدت إلى تدهور هذه المناطق وتصحّرها.

في المناطق نصف الجافة المتوسطية من الولايات المتحدة الأمريكية في كاليفورنيا، انتشرت الزراعات الأحادية المحصول على مساحات شاسعة، وكانت هذه الزراعات شديدة المكننة، وأهملت الزراعات المتعدّدة المحاصيل والدورة الزراعية وتربية الحيوان. وقد أدّى ذلك إلى إنهاك للأتربة الرمادية البنية والسوداء ذات القوام

الناعم المكونة لهذه المناطق والى تنشيط الانجراف الـريحي. وكانت النتيجـة المباشرة لتدهور الأتربة انخفاض الانتاج بين الحربين العالميتين الأولى والثانيـة. وعلى العكس من ذلك، فإن بعض المناطق شبه الجافة المتوسطية في أستـراليا الجنـوبية، حـافظت على إنتاجها من المحاصيل الزراعية ولم تتدهور، لأنها كـانت تزرع بـأسلوب يحـافظ عـلى خصوبـة التربـة ويحميها من الانجـراف عن طريق اتِّبـاع أسلوب الـزراعـات المتناوبة بين محاصيل الحبوب والبقوليات واستخدام الأسمدة المعـدنية والعضـوية للمحافظة على بنية التربة.

هـ ـ إن إزالـة الغطاء النبـاتي الطبيعي على المنحـدرات لزراعتهـا بالمحـاصيـل وحراثتها باتجاه خط المَيْل كان من الأسباب الرئيسيـة في تدهـور الأتربـة على هـذه المنحدرات في المناطق الجافة وشبه الجافة عن طريق تنشيط الانجراف المطري. وقـد بيَّنَت الملاحظات والـدراسات في العـديد من المنـاطق في العالم أن زوال التـربة عـلى المنحدرات الشديدة نتيجة الحراثة السيِّئة باتجـاه خط الميل فيهـا يمكن أن يستغرق بضع سنوات فقط. ومن المؤسف أنه لا تزال تستخدم الحراثة باتجاه خط الميل حتى الآن في عدد من دول شرقي المتوسط وغربه. وهكذا فإن هـذه الأراضي تتصحَّر تحت أعين الناس. ومن يتجول في شرقي المتوسط وشمال أفريقيا يلاحظ بسهولة المنحدرات العارية العديمة الإنتاج.

إن الانجراف المائي المتسارع على السفوح المنحدرة قـد أدى إلى تشكُّل السيـول وغمر الأراضي الواطئة، وكذلك إلى زيادة **الإطماء** silting خلف السدود والتقليـل من عمر هذه السدود.

و ـ إن ازدياد عدد السكان في هذه المناطق شبه الجافة قـد زاد من الحاجـة إلى الميـاه سواء لـلاستعمال المنـزلي أو للشرب والـري؛ وقـد أدى ذلـك مـع الـزمن إلى انخفاض مستوى المياه الأرضية؛ كما أن ضياع ميـاه الأمطار عن طـريق الجريـان السطحي على المنحدرات العارية قد أسهم في التخفيف من تغذية المياه الأرضية.

إن كثـرة ضـخ الميـاه العـذبـة بـالقـرب من الشـواطىء قـد أدى الى **تملّـح** salinization مياه الآبار؛ وتملح المياه من المشاكل الصعبة في بلاد الخليج العربي.

ز ـ إن اقتـلاع الدُغْيْـلات ذات الجذور العميقـة والاستعاضـة عنها بمحـاصيل زراعية أو بأراضٍ بـور قد أدّى إلى التخفيف من التبخـر الكلي، إلا أنـه زاد التبخر والجريان السطحيِّ لمياه الأمطار على المنحدرات، مما أدى إلى تبدّل التوازن المائي في أتربة الأدوية عند أسفل المنحدرات، وسبب تملّـح هذه الأتـربة. وقـد لوحظت هـذه الظاهرة في الأتربة الضعيفة الصرف في أستراليا، لا سيما في شمـال ولاية فيكتـوريا

وفي الجنوب الغربي من أستراليا الغربية، حيث وصلت المياه الأرضية المالحة إلى سطح التربة نتيجة المياه الواردة من المنحدرات باتجاه الأسفل.

4.2.3 ـ أسباب التصحّر في مناطق الزراعة المروية

أ ـ إن سوء استغلال وسوء إدارة الأراضي المروية في المناطق الجافة وشبه الجافة، أدّى ولا يزال يؤدي إلى تملّح التربة. وتظهر هذه الحالة في الأتربة السيئة الصرف أو عند الري بمياه مالحة. إن الأمثلة على تملّح الأتربة في مناطق الزراعة المروية عديدة جداً في المناطق الجافة وشبه الجافة من العالم: سوريا (حوض الفرات والجزيرة) ـ العراق (وادي الفرات الأسفل) ـ الأردن (وادي الأردن) ـ باكستان (سهل الهندوس) ـ إيران ـ المناطق الجافة في الاتحاد السوفياتي والولايات المتحدة الأميركية وشمال أفريقيا.

إن مشكلة تملُّح الأتربة في مناطق الزراعة المروية قديمة جداً في بلاد ما بين النهرين حيث يُقَدر عمر الزراعة في هذه البلاد بحوالي ستة آلاف سنة. ولقد كانت هذه المناطق تعتبر من أخصب الأراضي الزراعية، كما كانت مكتظة بالسكان (17-25 مليون نسمة). يعتقد المؤرخون أن تملح الأتربة التدريجي، الذي حصل خلال العصور القديمة وخاصة في عهد السومريين في الألف الرابع قبل الميلاد، قد أدى مع الزمن إلى انخفاض كبير في انتاج القمح في الهكتار، ومن ثم إلى استعاضة القمح بالشعير نتيجة ازدياد ملوحة التربة. وفي آخر المطاف تحولت أراضي الوادي الأسفل للفرات والخابور إلى أراض جرداء مالحة غير قابلة للزراعة. ويعتقد المؤرخون أنَّ التملّح الشامل للأتربة في بلّاد ما بين النهرين قد أدى إلى إضعاف الاقتصاد وأسهم الى حد كبير في إضعاف السومريِّين وتدهور حضارتهم وهجرة السكان إلى مناطق أخرى. إن هذا مثال واضح على تصحّر منطقة بكاملها نتيجة سوء استغلال وسوء إدارة الأراضي المروية في المناطق الجافة وشبه الجافة خلال الأزمنة القديمة.

لقد أدّى ريُّ الأراضي في حوض الفرات من القطر العربي السوري في السنوات الأخيرة إلى تملُّح الأتربة بحدود عدة مئات من الهكتارات في العام.

ويرجع السبب الرئيسي في ذلك إلى سوء الصرف في أراضي المشروع الرائد الذي يستعمل مياه الفرات وإلى استعمال مياه الآبار المالحة لري القطن في مناطق الجزيرة.

إن 6% من الأراضي الزراعية في سهول العراق الجنوبية كانت متملحة عام 1950، وقد لوحظ أن 1% من مساحة الأراضي المروية في العراق يتملح سنوياً ويصبح خارج نطاق الإنتاج الزراعي. هذا وإن نسبة الأراضي المتملحة في وادي

الفرات وفي سوريا تقارب 50% من الأراضي الـزراعية. في عـام 1970، أي بعد أقـل من 10 سنوات من ابتداء مشروع الري في وادي الأردن، أصيب 12% من مساحـة المشروع بالتملح، كمـا أن الضرر يزداد يـوماً بعـد يوم، والسبب الـرئيسي هو سـوء الصرف لمياه الريّ.

ومن الجدير ذكره أن التكنولوجيا المعـاصرة والأساليب العمليـة الحديثـة تسمح بـاستغلال الأراضي في الـزراعة المـروية استغـلالاً رشيـداً، دون الإضرار بـالتـربـة وبخصوبتها.

ب ـ يمكن أن تتملّح الأتربة على النحو التالي:

ـ عندما تروى الأتربة المحتوية على طبقة كتيمة أو السيئة الصرف، بمياه مـالحة (أو حتى قليلة الملوحة)، فإن جزءاً من الماء يتم امتصاصه من قبل المحصول وجـزءاً آخر يتبخر من على سطح التربة، أمـا الجزء البـاقي في التربـة فإنـه يبقى فيها مـع الأملاح الذائبة، التي تتجمع في مقطع التربة مع الزمن. ومع استمـرار الري بـالماء المالح، فإن الماء الزائد غير المترشح يُشكل طبقة مائيـة مالحـة فوق الطبقـة الكتيمة، ويزداد ارتفاعها تدريجاً لتقترب من مستوى سطح التربة. عندئذ وبتـأثير الخـاصية الشعرية، يتحرك الماء المـالح من الطبقـة المائيـة باتجـاه سطح التـربة نتيجـة شدة جفاف الجو ويتبخر على السطح مما يؤدي إلى تشكّل طبقة مالحة بيضـاء، كما أنـه عندما يصل مستوى الماء الأرضي إلى مستوى المجموع الجذري، فإن الماء المستهلـك عن طريق النبات يترك في التربة الاملاح في منطقة المجموع الجذري، لقلة استهـلاك النبات لهذه الأملاح. وبهذه الطريقة يتملّح كل مقطع التربة.

وفي الوقت نفسه تنخفض **نفوذية** permeability التربة السطحية تدريجـاً نتيجة ازديـاد الملوحـة، وتشكل الغطـاء الصودي الـذي يتفـرق وتصبـح التـربـة **غَدِقة**(*) waterlogging، ويؤدي ذلك إلى تلف جذور المحاصيل وانخفاض الإنتاج انخفاضـاً كبيراً.

ـ إذا كانت الأتربة تحتوي على أفق مالح نتيجة لظروفٍ جيولـوجية تـاريخية، أو تحتوي على أملاح مبعثرة في المقطع، فإن تأثير الملوحة يكون محدوداً إذا كـانت هذه الأتربة تحت الزراعة المطـرية (البعليـة) أو كانت مغطـاة بنبت طبيعي جفافي. ولكن عندما تروى هذه الأتربة بمياه عذبة، فإن الأملاح تذوب وتتحرك في مقطع التربة مع حركة الماء. إذا كانت النفوذية جيدة فإن الميـاه المترشحـة تغسل هـذه الأملاح مـع الزمن، ولا يوجد في هذه الحالة خطر تملُّح التربة. أمـا إذا كانت النفـوذية ضعيفـة

(*) أي كثر فيها الماء وانخفضت نسبة الأكسيجين.

والصرف سيئاً، فإن الماء المتملح يتجمع في مقطع التربة ويشكل مع الزمن طبقة مائية مالحة تسهم بدورها في تمليح التربة. تزداد سرعة التملح وشدته بازدياد كمية مياه الري التي ترفع الطبقة المائية المالحة باتجاه سطح التربة. في الأشهر الجافة والحارة ينتقل الماء بواسطة الخاصة الشعرية ويؤدّي إلى تملح مقطع التربة وإلى تشكل طبقة ملحية بيضاء على سطحها.

- يمكن أن يكون الماء الأرضي مالحاً في الأصل، وبعد الري بمياه عذبة أو مالحة، يرتفع مستوى الماء الأرضي مما يؤدي تدريجاً الى تملح التربة كما شرحنا سابقاً.

- في المناطق القريبة من البحار يؤدي الإفراط في استهلاك الماء الأرضي القريب من السطح إلى غزو مياه البحر للإستعاضة عن الماء المستهلك، وبذلك يتملّح الماء الأرضي تدريجاً، ويزداد تملحه بازدياد استهلاك الماء. هذا ويمكن أن تتملّح الآبار أيضاً وبذلك تصبح المياه غير قابلة للشرب أو للري وغير مناسبة للاستعمال الصناعي وتكون كذلك سبباً في تملّح التربة. نلاحظ هذه الحادثة بوضوح في المناطق الساحلية من الكويت والإمارات العربية المتحدة والعراق.

في حوض النيل حيث النفوذية جيدة وحيث كان فيضان نهر النيل يؤمن غسل الأتربة سنوياً، لم تتملح الأتربة خلال آلاف السنين الماضية منذ بدء الحضارة المصرية القديمة بعكس الأتربة في بلاد ما بين النهرين، ولذلك بقي المصريون يعتمدون في حياتهم على **الزراعة المروية** irrigated agriculture بواسطة مياه النيل، مما ساعد على تثبيت السكان في منطقة وادي النيل. الا أن **سد** أسوان قد حرم الأتربة الزراعية في حوض النيل من الغسل الطبيعي للملوحة الذي كان يتم نتيجة الفيضان السنوي للنيل. ومنذ الستينات ابتدأت تظهر مشكلة الملوحة في وادي النيل مما يتطلب استخدام الأساليب العصرية لمنع تملح الأتربة والمحافظة على خصوبتها.

في المشروع الرائد لري الأراضي في حوض الفرات، أدى تكسر أقنية الرَّي في الأراضي الجِبْسِيَّة إلى ضياع كميات كبيرة من المياه، مما سبب ارتفاعاً فجائياً في مستوى الماء الأرضي وأسهم بالتالي في تملّح وغدق التربة، ولقد نتج من ذلك انخفاض ملحوظ في مردود المحاصيل وأضرار كبيرة على أشجار الحور populus sp.. كما لوحظ أيضاً أن رَيَّ الأراضي المرتفعة أدَّى إلى تلّمح الأراضي المنخفضة نتيجة لجريان المياه المتملّحة باتجاه الأسفل والذي نتج منه رفع مستوى الماء الأرضي. كما أن زراعة الأرز دون تأمين الصرف أدى أيضاً إلى تملّح الأتربة المزروعة بهذا المحصول والأتربة المجاورة لحقول الأرز نتيجة ارتفاع مستوى الماء الأرضي بسبب الري الزائد لحقول الأرز وعدم صرف المياه الزائدة.

لقد بيَّنت الأبحاث (kovda, 1961) أنَّ تملح التربة الناتج من ارتفاع مستوى

الماء الأرضي يرتبط بدرجة ملوحة هذا الماء، فكلّما ارتفع تركيز الملوحة في الماء الأرضي سبب هذا الأخير تملحاً للتربة وهو على عمق أكبر. وبشكل عام إذا كان تركيز الأملاح في الماء الأرضي بحدود 10-15 غرام/ليتر في المناطق الجافة، فإن العمق الحرج لمستوى الماء الأرضي يتراوح بين 2 و 2.5 متراً. أما إذا كان تركيز الأملاح بحدود 2.1 غرام/ليتر، فإن العمق الحرج لمستوى الماء الأرضي يمكن أن يصل الى 1-1.5 متر.

وهذا يعني أنه أثناء استصلاح الأتربة المالحة أو ري الأراضي في المناطق الجافة يجب المحافظة على مستوى الماء الأرضي عند عمق أقل من العمق الحرج.

ج ـ إن سوء إدارة **وسوء استغلال مجمعات المياه** watershed management في المناطق الجافة للزراعة المروية يمكن أن يؤدي إلى مشاكل صحية للمواطنين القاطنين في مشاريع الري. ومن المعروف أن الملاريا كانت منتشرة في مناطق الري القديمة في وادي النيل وبلاد ما بين النهرين.

إن سوء إدارة المياه في مشاريع الري يؤدي إلى تشكل برك مياه مستنقعة راكدة مما يشجع انتشار أمراض مرتبطة باستخدام المياه مثل البلهارسيا والملاريا وحمى التيفوئيد.

إن عدم كفاية الماء المخصص للمواطنين ونقص في النظافة العامة في مشاريع الري، المكتظة بالسكان يشجع انتقال الحمى التيفية والطفيليات المعوية مما يشكل ظروفاً صحية سيئة مزمنة تنعكس على إنتاجية العمل عند المواطنين وعلى راحتهم.

إن مرض البلهارسيا ابتدأ بالانتشار في بعض مشاريع الرّي في الشرق الأوسط.

جدول ـ 4 ـ

أهم الأسباب الفيزيائية والحيوية للتصحّر

1 ـ الماء

1 ـ ندرة الماء	ـ ندرة الأمطار ـ توزّع غير متساو للأمطار ـ عدم إمكانيه التنبُّؤ بسقوط الأمطار ـ سوء استغلال وسوء إدارة مجمعات المياه ـ الإفراط في استغلال الطبقات المائية والمدخرات المائية السطحية

ب ـ سوء ادارة مياه الأمطار
- توزّع غير متساو للأمطار
- عدم إمكانية التنبُؤ بسقوط الأمطار
- صرف غير كاف للمياه في الأراضي
- جريان سطحي غير مراقب وغير مضبوط لمياه الأمطار

ج ـ سوء إدارة الري
- نقص في التقنيات
- تسوية غير جيدة
- توزيع غير مناسب للماء
- طرق ري غير مناسبة
- توزيع سيُء للأراضي

د ـ جريان سطحي غير مراقب وغير مضبوط لمياه الأمطار
- توزع غير متساو لمياه الأمطار
- عدم إمكانية التنبوء بسقوط الأمطار

2 ـ التربة

أ ـ إنجراف التربة
- تقلّص الغطاء النباتي
- انجراف مطري
- جريان سطحي غير مراقب وغير مضبوط لمياه الأمطار
- ترسّب التربة المنجرفة
- تدهور الأتربة
- سوء العمليات الزراعية
- انجراف ريحي
- تسوية التربة
- زوال خصوبة التربة السطحية
- انغسال التربة
- انخفاض قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء

ب ـ تملّح التربة وسوء الصرف
- تملّح التربة
- غمر التربة
- الإفراط في الري
- سوء نوعية المياه للري
- غسل غير كافٍ للتربة المالحة
- سوء إدارة الري
- عدم كفاية صرف المياه
- جريان سطحي غير مراقب وغير مضبوط لمياه الأمطار

3 ـ النبت (الغطاء النباتي)

أ ـ تقلص الغطاء النباتي:

- زراعة متنقلة
- إزالة الغابات
- رعي جائر
- غزو الأعشاب الضارة
- سوء جمع الخشب للوقيد من الغابة
- قطع جائر لأشجار الغابة
- حرائق
- جفاف

الفصل الرابع

4 ـ العلائم البيئية للتصحُّر

مقدمة

1.4 ـ تدهور النبت الطبيعي
2.4 ـ تدهور الأتربة
3.4 ـ اشتداد الزوابع الترابية
4.4 ـ تأثير التصحّر في الحياة الحيوانية البرية
5.4 ـ ازدياد الجريان السطحي والانجراف وتشكل السيول
6.4 ـ انخفاض مستوى الماء الأرضي وغزارة الينابيع.



مقدمة

رأينا سابقاً أن تهدم الأنظمة البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة يؤدي إلى، تغيرات ملموسة في الظروف البيئية التي تتجه أكثر فأكثر نحو الجفاف وتظهر انعكاساتها على الغطاء النباتي وعلى إنتاجية الأراضي والمياه السطحية والجوفية والحياة البرية الحيوانية إلخ...

ونظراً لما لهذه التغيرات البيئية المحلية من أهمية بالنسبة لصيانة الموارد الطبيعية وبالنسبة لحياة المجتمعات البشرية التي تعيش في هذه المناطق أو تتأثر حياتها بها، فقد وجدنا من الضروري التوسّع في دراسة هذه التغيرات لإظهار مدى تأثير التصحّر في تدهور الطبيعة وإنتاجيتها، وبالتالي تأثيرها في حياة الإنسان.

1.4 ـ تدهور النبت الطبيعي

يتدهور **النبت الطبيعي** natural vegetation تحت تأثير سوء الإدارة وسوء الاستغلال، ويحدث هذا التدهور بسرعة أكثر في المناطق الجافة وشبه الجافة مما هو عليه في المناطق شبه الرطبة والرطبة. ويمر التدهور بمراحل تقهقرية عديدة تبعاً لشدة واستمرارية العوامل الهدامة مثل القطع الجائر والفلاحة السيئة والحرائق المتكررة والرعي الجائر الخ... والنتائج المباشرة لهذا التدهور هي زوال الغطاء النباتي الأصلي والاستعاضة عنه بمجتمعات نباتية ثانوية جفافية أقل حماية للتربة وأقل إنتاجاً وتأثيراً في البيئة المحلية. ويتبع ذلك انجراف في التربة وضياع في مياه الأمطار، حتى إذا تابع التدهور عمله، بانت الصخرة الأم بعد زوال التربة زوالاً تاماً واندثر الغطاء النباتي نهائياً.

وسنعطي فيما يلي بعض الأمثلـة على تـدهور النبت الطبيعي في المنـاطق الجافـة وشبه الجافة من بلاد حوض المتوسط.

1.1.4 ـ تدهور غابات السنديان العـادي *Quercus calliprinos webb* في شرقي المتوسط تحت تأثـير القطع السيء والـرعي الجائـر والحراثـة، وقد بيَّنت المـلاحظات الميدانية أن هذا التدهور يكون سريعاً في الطوابق نصف الجافة.

إن هذه الغابات التي كانت تغطي مساحات كبيرة في الماضي القريب، توجد الآن في حالة متدهورة، كما أن بعضها قد زال نهائياً، لا سيما تلك الواقعـة حول التجمعـات السكـانية والتي وقـع عليهـا ضغط كبـير لاستثمـار خشب الـوقيـد ورعي المـواشي ولتحويلها إلى أراضٍ لزراعة الأشجار المثمرة أو الخضار أو المحاصيل الحقلية، كما حدث في سلسلة لبنـان الشرقية وفي الضـواحي المجاورة لـمدينة حلب في سـوريا وفي الأردن.

تتدهور هذه الغابات مارة بعدة مراحل تتميّز كل مرحلة منها بتركيب نباتي معـيّن وبخصائص تربة معينة، حتى نصل إلى **الصخرة الأم** parent material حيث يكون التدهور تاماً، كما هو ظاهر فيما يلي:

إن الغابة الأَوْجيّـة للسنديـان العادي تتدهور تحت تأثير القطـع السيّيء والرعي الجـائر وتعطي دُغَيْـلا أساسـه السنـديـان العـادي و**البطم الفلسطيني** *Pistacia palaestina*.

ـ وإذا تتـابع القطـع والرعي يعطي المـاكي بَراحـاً lande أسـاسـه الجَـرْبـان *Calycotome villosa* وهو مرحلة نباتات شوكية:

ـ ومن ثم يعطي براحاً أساسه البلان *Poterium spinosum* وهي مرحلة شوكيـة أكثر تدهوراً من السابقة. ويرافقه الشويك في المناطق الساحلية الأكثر رطوبة.

ـ ومع تتابع التدهور وتحت تأثير الرعي وقلـع البلان ينتـج **مرج** جـاف أساسـه العيصـلان *Asphodelus microcarpus* و *Poa bulbosa* وغـيرهـا من النبـاتـات الجفافية.

ـ ومع تتابع الرعي يزول المرج السابق وتغزو الأرض نباتات عشبية.

ـ وفي النهـاية تتعـرض التـربـة لـلانجـراف الكـلي وتظهـر الصخـرة الكلسيـة الجوراسية. ومن الجدير بالملاحظة أن التربة تتبع مراحل التـدهور نفسهـا فتمر من مرحلة التربة البُنِّية المتوسطية الغنية بالدّبال إلى مرحلة الصخر الكلسي القاسي.

ونبيّن فيما يلي مراحل هذا التدهور تحت تأثير العوامل الهدامة:

تدهور غابة السنديان العادي
(نحال، 1961)
Quercetum calliprini aloquitaea Nahal

(الغابة الأوجيّة)

(ق) (ر) ↓ ↑ (إر)

Pistacieto-Quercetum calliprini (غيل السنديان والبطم الفلسطيني)

(ر) ↓ ↑ (إر)

Calycotometum villosae (براح أساسه الجربان)

(ر) (↓)

Genisteto-Poterietum spinosi (براح أساسه البلّان والشويك)

(ر) ↓

Asphodelus mirocarpus و *Poa bulbosa* (مرج جاف أساسه العيصلان)

(ر) ↓

أعشاب مثل
Plantago, Eryngium. Carthamus etc..

↓

صخور كلسية

(ق): قطع؛ (إ) اقتلاع
(ر): رعي؛ (إر) إيقاف الرعي

2.1.4 ـ تتدهور غابات البطم الأطلسي *pistacia atlantica dest* في منطقة مراعي البروج في المملكة المغربية حيث يبلغ متوسط الأمطار السنوية 307 مم ويكون الشتاء دافئاً (حسب سنكري، 1977)، وتمر بالمراحل التقهقرية التالية:

الغابة الأوجية

وتكون مؤلفة أساساً من الأنواع التالية:

Pistacia atlantica, Oloea oleaster, Rhus oxycantha, Rhamnus oleoïdes, Hyparrhenia hirta, Dactylis glomerata

المرحلة التدهورية الأولى

وتكون مؤلفة أساساً من الأنواع التالية:

Rhus oxycantha, Rhamnus oleoïdes, Hyparrhenia hixta, Salsola vermiculata, Stipa tortilis, Mothisla parviflora, Medicago truncatula, Paronychia argentea, Aristida sp.

المرحلة التدهورية الثانية

وتحتوي هذه المرحلة على العديد من نباتات المرحلة التدهورية الأولى مع بقاء قليل من *Rhamnus oleoïdes* و *Salsola vermiculata*، كما تتميز بظهور السِّدْر *Zizyphus lotus*.

المرحلة التدهورية الثالثة

وهي تتألف أساساً من الأنواع التالية:

Zizyphus lotus, Asphodelus microearpus, Thymus marocanus, Chamaerops humilis, Atractylis cancellata, Asparagus stipularis, A. albus, A. echinus, Eryngium illicifolium, Echium sp..

بالإضافة إلى عدد من الحوليات المتوسطة أو القليلة القيمة.

المرحلة التدهورية الرابعة

تتميز هذه المرحلة المتقدمة من التدهور بازدياد الأنواع الشوكية بشكل كبير وبنقص كبير في أعداد وكثافة الحوليات الجيِّدة والمتوسطة مع زيادة الأنواع السامة.

إذا استمر التدهور فإن التربة تتعرى نهائياً ويزول الغطاء النباتي زوالاً تاماً.

3.1.4 ـ تدهورت غابات البطم الأطلسي *Pistacia atlantica Dest.* في المناطق الداخلية في القطر العربي السوري، لا سيما في جبال عبد العزيز وجبال البلعاس والتي كانت لا تزال في حالة جيدة منذ أقل من قرن، ولم يبق منها إلا بعض أشجار متفرقة على جوانب مجاري السيول، كما أن هذه الأشجار الباقية تجرفها السيول بحيث إن معالم غابات البطم أخذت تندثر من القسم الأكبر من هذه الجبال.

4.1.4 ـ إن منطقة السنجكاية في السودان كانت حتى عام 1908 مؤلفة من غابات كثيفة أساسها شجرة العَرْد *Albizzia cericocephala* والصهب *Anogeissus leyocarpus* والصباغ *Terminalia brownü* (حسب Booth, 1965) كما اختيرت هذه المنطقة لإنشاء مناشر لاستغلال هذه الغابات.

أما في الوقت الحاضر فإنها تعتبر من أكثر المناطق افتقاراً إلى الخشب المستدير الذي يُستعمل في بناء المساكن الريفية. وقد حصل تبدل في تركيب هذه الغابات بحيث انخفض عدد الأشجار السابقة الذكر وازداد انتشار أنواع أخرى مثل أشجار السنط العسلي *Acacia mellifera* والمقل *Commiphera africana* في الأتربة الغضارية والهشاب *Acacia senegal* والهبيل *Combretum sp.*.

5.1.4 ـ بيّنت الأبحاث (Le Houérou, 1968, 1969) أن النبت الحراجي الذي كان يغطي الثلاثة والنجد في شمال افريقيا قد تدهور منذ بدء الفترة التاريخية معطياً، نتيجة سلسلة من التطورات، أنظمة بيئية جفافية بطحائية. فقد تحولت الغابات المؤلفة أساساً من *Pious* و *Juniperus* و *Tetraclinis* بتدهورها الى غيل أساسه *Rosmarinus officinalis* و *Stipa tenacissima* ومن ثمّ إلى بطحاء جافة مع ازدياد عدد أنواع *Artemesia*.

يبيّن المثال التالي تدهور غابة الصنوبر الحلبي والعرعر الفينيقي في الطابق الجاف في شمال أفريقيا (in Le Houérou, 1980) على الشكل التالي:

الغابة الأصلية:

مؤلفة أساساً من *Juniperus phoenicea* و *Pinus halepensis* .

ـ بعد الحريق والرعي، تتدهور الغابة الأصلية مُعطية غِيلاً أساسه:

Juniperus phoenicea, Rosmarinus officinalis, Cistus libanotis

ـ مع تتابع الحريق والرعي تنتج بطحاء steppe مؤلفة أساساً من:

Stipa tenacissima, Artemesia herba alba

ـ ومن ثم بطحاء مؤلفة من:

Artemesia herba alba, Poa bulbosa

ـ ومن ثم

Peganum harmala, Thapsia garganica, Ferula sp.,Poa Bulbosa

2.4 ـ تدهور الأتربة

ـ إن تدهور الغطاء النباتي في مناطق المراعي الطبيعية والحراجية يرافقه باستمرار تدهور موازٍ للتربة، ينعكس على خواصها الفيزيائية والكيميائية والحيوية.

إن تقلص الغطاء النباتي والتغير الذي يطرأ على الأنواع النباتية المكونة للمجتمعات النباتية، يؤديان إلى تعرية التربة عن طريق الانجراف المطري والريحي وإلى زوال المادة العضوية. فتنخفض تدريجاً من جراء ذلك قدرة التربة على الإنتاج الخشبي والرعوي، حتى إذا استمر التدهور، تنجرف التربة بكاملها وتظهر الصخرة الأم. وفي هذه الحالة القصوى من التدهور، لا يوجد أي أمل بتحسين الوضع لا

سيما إذا كانت الصخرة الأم قاسية.

في الأراضي الرمليـة يظهر تدهور التربة بتحرك الرمال مشكِّلةً كثباناً رملية بـاتجاه الرياح السائدة، فتغزو الأراضي الزراعية والقرى والمدن مسببة مشـاكل اقتصـادية واجتماعية وعمرانية لا بد من إيجاد الحلول الناجعة لها من طريق تثبيتها. إن هـذه الظاهرة من الرمال المتحركة بعـد زوال الغطاء النبـاتي تعتبر من النتـائج الـرئيسة للتصحّر في بعض الدول العربية لا سيما في ليبيا وفي الإمـارات العربيـة المتحدة وفي السودان وفي المملكة العربية السعودية.

في السهول الواسعة المتدهورة والمعرضة لهبوب الرياح تنجـرف التربـة تدريجـاً بينمــا تبقى الحجـارة في مكــانهـا. ممـا يؤدي إلى تشكّـل أفق سطحي غني جــداً بالحجارة، كما هو ملاحظ في مناطق عادية من البادية في سوريا والأردن.

ـ في مناطق الزراعة المطرية تتدهور الأتربة عن طريق الحراثة العميقة وكذلك عن طـريق التنعيم السطحي للأتـربة ممـا يجعلها أكثـر استجابـة للانجـراف الـريحي والمطري لاسيما في السهـول الواسعـة المعرضـة للريـاح وعلى المنحـدرات. فتخفض خصوبتها وقدرتها على انتاج المحاصيل.

في منـاطق الزراعـة المرويـة يتجلى التصحـر بازديـاد ملوحـة التربـة وانخفاض نفوذيتها في الأتـربة الثقيلـة. إن هذا النمط من التصحّر هو أشـدها خطـراً إذ إن عملية اصلاحه تتطلب جهوداً وأموالاً كبيرة. والنتائج المباشرة هي انخفاض الإنتـاج الزراعي مقارنة مع الأتربة غير المتملحة.

يظهر تملّح الأتربة في جميع مشاريع الري في الدول العربية دون استثناء ويشكّل خطراً كبيراً على هذه المشاريع، لاسيما من حيث النتائـج الاجتماعيـة والاقتصاديـة المتوقعة منها.

3.4 ـ اشتداد الزوابع الترابية

يؤدي تدهور الغطاء النباتي وتدهور التربة في المنـاطق الجافـة وشبه الجـافة إلى جرف الطبقة السطحية الناعمـة والجافـة من التربـة بواسطـة الريـاح، لا سيما في الأراضي المزروعة الواسعة المعرضة لهبوب الرياح، مما يسبب تشكل زوابع ترابية أو زوابـع من الغبار تنتقـل إلى مسافـات كبيرة بعيـدة عن منشئها. إن هـذه الـزوابـع الترابية تخفض من خصوبة الأتربة نتيجة ضياع الطبقـة السطحية الخصبـة، كما تسبب إزعاجاً لسكان المناطق المتدهورة وحتى أمراضاً مثل ذات الرئة.

كما لوحظ ذلك في الولايات المتحدة الأميركية في مناطق **السهول الكبرى** *great plains* في الثلاثينات (عن Eckholm E.P., 1976).

وقد لوحظ أن ازدياد هذه العواصف من الغبار قد رافق عملية التصحّر في كل المناطق المعرضة له، وأن كل التقارير والدراسات التي قدمت إلى المؤتمر الدولي المعني بالتصحّر والذي عقد في نيروبي عام 1977، قد ذكرت هذه الظاهرة التي أصبحت من المعالم الأساسية للمناطق المتصحّرة.

في منطقة الشرق الأوسط، أصبحت هذه الزوابع من الغبار مألوفةً جداً في مناطق البادية والمناطق المجاورة لها حيث تغزوها بشدة خلال الفصول الجافة. هذا وان زوبعة من الغبار صادرة من البادية السورية في صيف عام 1962 اجتازت سهول حلب وسهل الغاب ومرت فوق الجبال الساحلية السورية بشكل غيوم كثيفة داكنة مرتفعة ووصلت إلى المدن الساحلية حيث حطت فوق بيوتها وبساتينها وطرقاتها.

إن الزوابع الترابية الداكنة التي تغطي السماء وتحجب الشمس لم تعد شيئاً غريباً في المناطق الداخلية الشرقية من القطر السوري. هذا وإن مدينة حلب تتعرض باستمرار لزوابع ترابية خلال فصل الجفاف.

في 12 أيار (مايو) من عام 1934 غطت سماء مدينة نيويورك في الولايات المتحدة الأميركية غيوم سوداء داكنة من الغبار حجبت الشمس خلال خمس ساعات. ونفس الغيوم من الغبار الكثيف غطت سماء واشنطن وبشكل لم تر المدينة له مثيلاً في تاريخها. كما أن كل الشواطىء الشرقية من الولايات المتحدة الأميركية ظهرت مغطاة بضباب كثيف من الغبار يحتوي على 350 مليون طن من التربة الخصبة صادرة عن السهول الكبرى. ويذكر أن السفن التي كانت تبعد 300 ميل عن الشاطىء قد تأثرت بهذا الغبار.

وعند هدوء الرياح، تغطت نصف الولايات المتحدة بطبقة رقيقة من الغبار. وإن مدينة شيكاغو القريبة من مصدر الغبار تغطت بأكثر من 12 مليون طن من التربة.

وقد دلت الدراسات أن هذه الزوابع الترابية ناتجة من التدهور الشديد الذي حصل للغطاء النباتي وللتربة في منطقة السهول الكبرى نتيجة سوء استغلالها وتحويلها إلى أراضٍ زراعية تُفلح بالآلات الحديثة في مناطق هامشية من حيث الأمطار، ويفضل من الناحية البيئية تركها مناطق مراعٍ طبيعية (عن Eckholm, E.P. 1976). إن هذه الزوبعة الترابية التي حدثت عام 1934 في الولايات المتحدة الأميركية والزوابع الأخرى التي تبعتها، قد نبهت الأميركيين إلى خطورة الأساليب المتبعة في استغلال المناطق الجافة وشبه الجافة، بحيث تتحول معظم أراضيهم إلى

أشباه صحار. وقد قام اختصاصيو صيانة التربة بدور كبير بعد هذا الحادث، ونتج من ذلك في عام 1935 تشكّل أول «دائرة لصيانة التربة» في الولايات المتحدة الأميركية وفي العالم، هدفها إجراء الدراسات وتطبيق الأساليب التقنية المناسبة لحماية الأتربة والمحافظة على خصوبتها.

وفي الاتحاد السوفياتي، أدى سوء استغلال الأراضي في المناطق المعروفة تحت اسم الأراضي العذراء إلى تدهورها وإلى تنشيط زوابع الغبار. وقد سبب ذلك اهتماماً خاصاً من قبل الدولة لتحسين التقنيات المتبعة في زراعة هذه الأراضي، لا سيما ابتداء من عام 1965 بهدف حماية الأتربة الزراعية من الانجراف الريحي ورفع خصوبة الأتربة وزيادة الإنتاج الزراعي.

4.4 ـ تأثير التصحّر في الحياة الحيوانية البرية

إن التدهور الشديد في بيئة المناطق الجافة وشبه الجافة نتيجة تدهور وزوال الغطاء النباتي، بالإضافة إلى الصيد الجائر للحيوانات، قد أدى إلى اضطراب كبير في الحياة الحيوانية البرية في هذه المناطق بسبب تغيّر الظروف البيئية والمعيشية الملائمة لبعض الحيوانات البرية واختزال الأراضي الصالحة لمعيشتها.

ففي منطقة شرقي المتوسط دلّت الدراسات (Mouterde, 1966) أن كثيراً من الحيوانات التي كانت تعيش فيها قد انقرض أو هو في طور الانقراض. كما أن الباقي هو في اختفاء سريع، وقد ظهر ذلك بوضوح خلال الربع الأخير من القرن الماضي.

وقد بيّن Mouterde أن الأسد *Felis leo* كان موجوداً حتى القرن الثاني عشر على ضفاف نهر الفرات، وكذلك الدب السوري *Ursus syriacus*، انقرض من لبنان وسوريا وخاصة بالقرب من النهر الكبير في عام 1927 وكذلك في جبل الشيخ (جبل حرمون) إلا أنه لا يزال موجوداً في شمال العراق بأعداد قليلة. وبالطريقة نفسها اختفى الوعل *Cervus elohpus moral* والايّل *Dama dama mesopotamica*. ويعتقد إن الفيل السوري *Elephas syriacus* قد اختفى من المنطقة قبل الميلاد. إن الغزال *Gazella arabica* هو في طور الانقراض في البادية السورية، حيث لم يبق منه إلا عدد محدود.

إن المهى أو البقر الوحشي *Oryx leucoryx* الذي كان من الحيوانات المميزة لشبه الجزيرة العربية قد اندثر في كثير من المناطق ولم يبق منه إلّا قطعان محدودة. وقد بيّن (نادر، أياد عبد الوهاب 1972) أن المهى كان موجوداً في العراق إلى وقت قريب

في الصحراء الجنوبية الغربية غرب وجنوب نهر الفرات، لكنه اختفى في هذه المنطقة في بداية القرن الحالي. وكذلك كانت الأسود موجودة في العراق في جبال زاكروش وبكثرة خلال القرن التاسع عشر. ويذكر (Hatt, 1959) أن آخر أسد قتل في العراق خلال الحملة البريطانية بين 1916-1918.

5.4 ـ ازدياد الجريان السطحي والانجراف وتشكّل السيول

وجدنا سابقاً أن تدهور الغطاء النباتي على المنحدرات في المناطق الجافة وشبه الجافة يؤدي إلى تعرية التربة تدريجاً وإلى زوال المادة العضوية التي تقوم بدور هام في تحسين بنية التربة وفي زيادة نفوذيتها لمياه الأمطار. لذا فإن الانخفاض التدريجي في نسبة المادة العضوية في التربة يجعلها أكثر استجابة للانجراف المطري، فتأخذ مياه الأمطار بالسيلان لقلة نفوذها داخل التربة وتشكّل أخاديد صغيرة على الأراضي الطرية، لا تلبث أن تتعمق وتتسع مع ازدياد تدهور الغطاء النباتي وازدياد الانجراف، مما يؤدي إلى ضياع مياه الأمطار في هذه الأخاديد وتجمعها في مجرى رئيسي مشكّلة سيولاً.

في الأتربة ذات القوام السلتي، تتفرق العناصر الناعمة بسرعة بسبب القطرات المطرية، ويؤدي ذلك إلى انسداد سريع لمسامّ التربة السطحية، وبالتالي إلى انخفاض شديد لنفوذيتها، وإلى زيادة الجريان السطحي لمياه الأمطار بحدود 80% أو أكثر.

فقد دلّت بعض الدراسات في تشاد (عن Le Houérou) أن هذا الانسداد لمسام التربة يزداد بنمو مستعمرات من الطحالب الزرقاء الصغيرة، فصيلة *Cyanophyceae* من الجنس *Scytonema*. إن القشرة الرقيقة التي تكوّنها هذه الطحالب تجعل التربة كتيمة تقريباً، مما يسهل الجريان السطحي لمياه الأمطار وتغذية السيول.

وبالإضافة إلى ذلك فإن البيئة المحلية تصبح شديدة الجفاف، مما يؤدي إلى هلاك جماعي للأنواع المستديمة، لا سيما الأشجار والشجيرات. وبزوال هذه العوائق يتسارع الجريان السطحي أكثر فأكثر.

إن زوال الغطاء النباتي وتدهور الأتربة في جبال البادية السورية أدّى إلى ازدياد شدة السيول فيها، إذ يلاحظ أن الأمطار تترافق دائماً مع تشكل السيول إلى درجة تصبح معها بعض الطرقات غير سالكة بعد الأمطار.

يتميّز المناخ المتوسطي بطبيعة زخّاته المطرية القوية المركزة في أشهر محددة من الأيام وفي أشهر معينة من العام، لا سيما الزخات المطرية الرعوية التي تهطل خلال فصل الخريف بعد فصل طويل جاف، خالٍ من الأمطار تقريباً.

عندما تسقط هذه الزخات المطرية بشدّة تتـراوح بين 100 و 200 مم في السـاعة على أتربـة عاريـة ومنحدرة، فـإنها تعتبـر عامـلاً هامـاً في الانجراف. وقـد أجريت دراسات شرقي شمالي افريقيا بهذا الخصوص عن طريق الصور الجوية للرسوبيات المتجمعـات حول السـدود على فتـرات زمنية متبـاعدة، وعن طـريق حسـاب هجـوم الـرسوبيـات المتراكمـة خـلال فتـرة زمنيـة معينـة. وقـد بينت دراسـات مـا يـلي: :(Le Houérou, 1&59)

ـ أن نسبة الانجراف تتناسب عكساً مع نسبة الغطاء الحراجي.

ـ أن نسبة 60 إلى 70% من الانجراف السنـوي يحدث من أيلـول (سبتمبر) إلى تشرين الثاني (نوفمبر).

ـ أن نسبة الانجراف هي أكبر بخمسين مرة على الأتربة العارية منها على الأتربة المغطـاة بغطاء حـراجي جيد (مـع تسـاوي الشروط الأخـرى)، بينمـا تكـون نسبـة الجريان السطحي لمياه الأمطار أكبر بخمس مرات في الحـالة الأولى منـه في الحالـة الثانية.

ـ أن نسبـة الانحتات **السحـج** abrasion في أحواض مسـاقط الميـاه الصغـيرة المحـرجة في شمـال أفريقيـا تتراوح بـين 2 و 3 طن/هكتار/سنـة، بينما تصـل إلى 20 طن هكتـار في الأحواض المتـدهورة التي فقـدت غطاءهـا الحراجي والمؤلفـة من أراض مارنية وكلسية مارنية.

وفي بعض أحواض مساقط المياه الكبيرة المتدهورة التي فقدت غطاءها الحراجي، وبانت الصخور الأم الطرية من المارن والكلس المارني، تصل كمية المـواد المنجرفـة إلى أرقام مرتفعة جداً، بين 30 و 50 طن/هكتار/سنة.

ـ أن قيمة **التدفقات الصلبة** solid flux لمجاري المياه تقـارب عادة 50 كـغ/مم^2، إلا أنهـا تستطيع أن تصـل إلى 3-4 أضعاف هـذا الرقم خـلال الأمطار الخـريفيـة القوية. وقد بين (Greco, 1966) أن الجزائر تفقد نتيجة الانجراف المطري ما يعادل 40,000 هكتـار من الأتربـة الزراعيـة في العام، أي مـا يعادل 0.06% من المسـاحة الزراعية.

6.4 ـ انخفاض مستوى الماء الأرضي وغزارة الينابيع

يرافق الجريان السَّطحي لمياه الأمطار على المنحدرات وتشكُّل السيـول انخفاضـاً ملحوظاً في مستوى الماء الأرضي وفي غزارة الينابيع.

الفصل الخامس

5 ـ النتائج الاقتصادية والاجتماعية للتصحّر

1.5 ـ إنخفاض إنتاجية الأنظمة البيئية المتصحّرة
2.5 ـ تأثير التصحّر في الحياة الاجتماعية
3.5 ـ النتائج الاقتصادية للتصحّر:

1.3.5 ـ تأثير التصحّر في حجم الموارد الزراعية
2.3.5 ـ تأثير التصحّر في بنية الموارد الزراعية

للتصحّر نتائج اقتصادية مباشرة وغير مباشرة تنعكس على الفرد في المجتمع وعلى الدولة وعلى الإنسانية جمعاء. وسوف نبيّن أهم هذه النتائج من خلال بعض الأمثلة:

1.5 ـ انخفاض إنتاجية الأنظمة البيئية المتصحّرة

تنخفض إنتاجية الأنظمة البيئية الطبيعية أو الزراعية المتصحّرة أو التي في طور التصحّر، سواء كانت مراعيَ طبيعية أو غابات أو أراضي مزروعة، وينعكس ذلك على حياة الفرد والمجتمعات التي تعتمد على استغلال هذه الأنظمة اعتماداً رئيسياً.

يؤدي التصحّر إلى انخفاض إنتاجية الأراضي المزروعة بالحبوب في المناطق الهامشية والجافة. وبالرغم من أن الاحصائيات تدل على أن إنتاج الحبوب قد ارتفع خلال فترة الخمس عشرة سنة الماضية في دول غربي آسيا، إلا أن هذا يعود إلى زيادة مساحة الأراضي المزروعة وزيادة المساحة المروية. والواقع أن إنتاج الهكتار من الحبوب في منطقة الزراعة المطرية، وخاصة الهامشية، قد انخفض بوضوح، ويبدو ذلك جلياً في الفترات الشديدة الجفاف التي تتعاقب على المنطقة بانتظام.

ـ وبالاضافة إلى ذلك فإن تدهور البيئة الرَّعويَّة يتجلى بانخفاض إنتاجية قطعان الأغنام وغيرها من الحيوانات وبالتالي انخفاض إنتاج اللحوم والحليب.

ـ يُبين الجدول ـ 5 ـ أثر تدهور الغطاء النباتي في إنتاجية المراعي تبعاً لشدَّة الرعي في الجزائر، وهو يوضح انخفاض الإنتاج في حدود 1 إلى 4 بين المناطق المحمية والمناطق المعرَّضة لرعي جائر.

جدول ـ 5 ـ

ـ إنتاج المراعي في منطقة حضنة Hodna في الجزائر
(عن Le Houérou et Ol 1974)

نوع المرعى	مرعى أساسه *Salsola vermiculata* و *Anabasis onopediorum*					
المعالجة	منطقة محمية		رعي خفيف (راس غنم لكل 8 هكتارات)		رعي جائر (راس غنم لكل 3 هكتارات)	
	الغطاء النباتي %	الكتلة النباتية الهوائية	الغطاء النباتي %	الكتلة النباتية الهوائية	الغطاء النباتي %	الكتلة النباتية الهوائية
	25	2088	5	850	3	515

* الكتلة النباتية الهوائية تقدر بالكيلوغرام من المادة الجافة في الهكتار

ـ يبين الجدول ـ 6 ـ انخفاض إنتاج المراعي بين المناطق الرعوية المحمية والمناطق ذات الرعي الجائر في منطقة قابس في جنوب تونس.

جدول ـ 6 ـ

إنتاج المراعي في منطقة قابس في جنوب تونس
(حسب Floret et Pontanier, 1974)

نوع المرعى	مرعى أساسه *Rantherium suaveolens* و *Stipa lagascae*		
	مرعى بحالة جيدة حمولة خفيفة	مرعى متوسط الجودة حمولة متوسطة	منطقة ذات رعي جائر حمولة عالية
ـ الغطاء %	25	8	4
ـ الانتاج الكلي مقدراً بالكيلوغرام من المادة الجافة بالهكتار والسنة	1069	614	415
ـ الانتاج القابل للاستهلاك مقدراً بالكيلوغرام من المادة الجافة بالهكتار والسنة	820	493	293
ـ الانتاج القابل للاستهلاك بالنسبة لكل ملمتر من الامطار مقدراً بالكيلوغرام من المادة الجافة بالهكتار وفي السنة (1974-1973)	2.61	1.57	0.78

ـ لقد دلّت الإحصائيات الحكوميّة في السودان أن الأراضي المزروعة في منطقتي درفور وكردفان قد ازدادت من 300 ألف هكتار إلى مليون وخمسمائة ألف هكتار بين 1960 و 1973، ولكن في الوقت نفسه انخفض المردود بحدود 75%.

ـ إن تدهور الغابات في المناطق الجافة يؤدي إلى انخفاض إنتاجيتها بشكل واضح.

فمثلاً، في البلاد المتوسطية تتراوح قيمة **الكتلة الحيّة الهوائية** biomasse aérienne بين 100 و 150 طن/هكتار للغابات الناضجة، بينما تنخفض في الغِيل maquis إلى 30 طن/هكتار وأقل (10 طن/هكتار في ماكي *Quercus coccifera* حتى تصل إلى طن واحد في المجتمعات النباتية المتدهورة، مثل مروج *Brochypo-dium ramosum* في جنوب فرنسا. وهذا يعني أن تدهور الغابات قد أدى إلى خفض قيمة الكتلة الحية الهوائية بنسبة 1 إلى 100.

2.5 ـ تأثير التصحّر في الحياة الاجتماعية

1.2.5 ـ عدد السكان وفرص العمل

إن الازدياد السريع لعدد السكان في المنطقة العربية، لا سيما في المشرق العربي، قد شجع على التوسع في مساحة الأراضي المزروعة بالحبوب، وبخاصة القمح، على حساب أراضي المراعي الطبيعية القليلة الأمطار، وساهم إلى حد كبير في عمليات التصحّر المتسارع في هذه المنطقة. وقد تجلّى التصحّر المتسارع خلال السنوات العشرين الماضية بهجرة متسارعة لسكان الريف والرعاة والبدو إلى المدن طلباً للرزق ورغبة في حياة أفضل بعد أن خفّ إنتاج الأرض وتحول جزء من الأراضي إلى أشباه صحار. ونتج من هذه الهجرة تزايد الضغط على المدن أكثر مما تستطيع تحمله، كما نتج أيضاً ازدياد في عدد سكان المدن أكثر من الازدياد في عدد سكان الريف خلال هذه الفترة. وبالرغم من انخفاض عدد سكان الريف بالنسبة لمجموع سكان البلد بسبب الهجرة إلى المدن فإن العدد المطلق لسكان الريف ازداد خلال هذه الفترة نظراً للازدياد العام في عدد السكان في كل دول المنطقة، وقد أدى ذلك إلى زيادة الضغط على البيئة الريفيَّة في المناطق الهامشية، وكان من نتائجها غير المباشرة بقاء الطرق التقليدية الزراعية مع ما يرافقها من انخفاض في المردود الزراعي.

إن عدد سكان البدو والرعاة ظلَّ يرتفع في منطقة المشرق العربي حتى قبل عشر سنوات خلت، ثم بدأت بعد ذلك الهجرة إلى المدن. وقد أدى ذلك إلى ازدياد الضغط

على المراعي الطبيعية وساعد على تسارع تدهورها وانخفاض انتاجيتها الى درجة أن الفترات الشديدة الجفاف التي حدثت في المنطقة كان لها تـأثير سيء جـداً في الحياة الاجتمـاعية والاقتصــادية لمجتمعـات البدو والـرعاة في بعض الـدول مثـل سـوريـا والاردن.

إن تدهور إنتاجية المراعي والكوارث الاجتماعية والاقتصادية التي رافقتـه خلال الفترات الشديدة الجفاف كانت من أهم العوامل التي شجعت هجرة البدو إلى المدن وخاصة من فئة الشباب لانخفاض فرص العمل أمامهم في بيئتهم الأصليـة. إن هذه الهجرة كانت تحدث بصورة إفرادية أكثر منها جمـاعية، وكـان لها كبـير الأثر عـلى الحياة الاجتماعية والاقتصادية لقبائل البدو.

2.2.5 ـ توزيع الدخل

في البلاد غير النفطية يبلغ الدخل المتوسط للفرد في المدينة مرتين الى خمس مرات الدخل المتوسط للفرد في الريف. أضف إلى ذلك أن دخل الفرد في الريف متقلب جداً وخاصة في مناطق الزراعة المطرية الهامشية حيث يرتبط الدخل بالأمطار. لقد أصبح من الثابت أن استمرار تدهور البيئة الريفية ومنطقة المراعي الطبيعية كـان من أهم الأسباب المسؤولة عن إفقار البدو والرُّعاة والمزارعين في المناطق الجافـة والهامشيـة. ومع ذلك فقد دلّت الدراسات الجارية في المنطقة أن دخـل المزارعـين والبدو والـرعاة يمكن أن يـرتفـع من 50 إلى 100% إذا أُدخلت التحسينـات المنـاسبـة عـلى إدارة واستغلال المراعي الطبيعية والأراضي الزراعية.

3.2.5 ـ تبدل نمط تنقُّل الرعاة

في الماضي كان يتم تنقل الرعاة تبعاً لنمط محدَّد: بشكل حركة دائـرية من منطقـة رعوية إلى أخرى أو من منطقة المراعي الطبيعية إلى منطقـة الأراضي المزروعـة لرعي بقايا المحاصيل أو من الجبال نحو الأودية. لقـد أدّى التصحّر المتسـارع في المنطقة إلى نمط آخر من التنقل متمشيـاً مع تـدهور الأراضي و «زحف الصحـراء». إن حفر الآبار في البادية لتأمين الشرب للإنسان وللحيوان سبب تجمع البدو مـالكي القطعان حول هذه الآبار حيث كانت تؤمن لهم الرعاية الطبيعية. ونتج من ذلك زيـادة عددهم وزيادة ضغطهم على البيئة المجاورة. إن وجـود هذه الآبـار قد شجـع أيضاً اتسـاع الزراعة المطرية عـلى حساب المـراعي الطبيعية وخلق نـوعاً من النـزاع بين الـرعاة والمزارعين.

3.5 ـ النتائج الاقتصادية للتصحّر

للتصحّر تأثيرات واضحة في الاقتصاد الزراعي تتجلى فيما يلي:

1.3.5 ـ تأثير التصحّر في حجم الموارد الزراعية

أ ـ خسارة الأراضي القابلة للزراعة: بيَّنا فيما سبق كيف أن التصحّر يرافقه تدهور شديد في خصوبة التربة وتعرضها للانجراف الريحي والمطري، وفي الحالات المتقدمة من التدهور تظهر الصخرة الأم على السطح مما يؤدي إلى خسارة هذه الأتربة للإنتاج الزراعي أو الرعوي أو الحراجي. إن هذه الخسارة في الأتربة لا تنعكس فقط على حياة الفرد الاقتصادية فقط، وإنما لها تأثير واضح في الاقتصاد القومي نظراً للضرر الذي يصيب أحد الموارد الطبيعية الأساسية في البلد وهو «الأرض». إن الأمثلة كثيرة على ذلك في كل المنطقة العربية. ففي الأغوار الجنوبية من الأردن أدّت السيول القوية والفيضانات إلى خسارة أكثر من 1100 هكتار (حسب العلم ومستقبل الصحارى العربية 1975) من الأراضي القابلة للزراعة من أصل 5400 هكتار بين 1958 و 1965، أي بحدود 150 هكتاراً تقريباً كل سنة. وكذلك في سوريا والعراق، فإن مساحة الأراضي الزراعية المفقودة سنوياً، نتيجة التملح والانجراف وتدهور الخصوبة، كبيرة إذا قورنت بالمساحة الكليّة للأراضي المزروعة. وقد لوحظ في سوريا أن 600 ألف هكتار من الأراضي المزروعة قد تركت أو عادت للرعي خلال الفترة الواقعة بين 1961-1965 و 1971-1975، أي 10% تقريباً من المساحة الكلية للأراضي الزراعية في البلد. ومن الجدير التنبيه إليه أن هذا التبدل يعود جزئياً إلى القانون الذي يُحظر حراثة الأراضي في المناطق التي تقل أمطارها السنوية عن 200 مليمتر، والذي كان من نتائجه عودة بعض الأراضي المزروعة إلى المراعي الطبيعية. وفي العراق لوحظ انخفاض في مساحة الأراضي الزراعية من 6.5 مليون هكتار في 1956 الى 4.8 مليون هكتار في 1961-1965 (F.A.O. Production year book). كما لوحظ أيضاً انخفاض مساحة الحراج من 1.9 مليون هكتار في 1961-1965 الى 1.58 مليون هكتار في 1971-1974. هذا وقد بيّنت الدراسات أن ثلث مساحة المراعي الطبيعية الجيدة في منطقة غرب آسيا قد تدهور نتيجة زراعة الحبوب في المناطق التي تقل أمطارها عن 200 مليمتر. كما دلّت التقديرات (حوالي عام 1950) أن 60% من الأراضي الزراعية في سهل ما بين النهرين الجنوبي في العراق كانت مصابة بالتملّح نتيجة سوء الري والصرف. كما أن 20-30% من هذه الأراضي لم يعد صالحاً للزراعة وترك نهائياً. هذا وان مساحة إضافية من الأراضي تقدر بواحد بالمئة تضيع سنوياً نتيجة التملّح الزائد.

ب ـ حجم القطعان: يؤدي تقلص رقعة أراضي المراعي الطبيعية بسبب التصحّر

إلى ازدياد عدد الحيوانات بالنسبة لإمكانية تحمل البيئة. فقد لوحظ في قطـر والعراق والمملكة العربية السعودية وسوريـا ازدياد قطيـع الحيوانـات بحدود 40-50% بـين الفترة 1961-1965 و 1971-1975، وهذا يعطي فكرة عن مدى الضغط الذي أصاب المراعي الطبيعية في هذه الدول. كما يلاحظ أنـه في الفترات الجيـدة الأمطار، يميـل ملّاكو القطعان إلى زيادة عدد الحيوانات دون أن تؤخذ بالحسبان الفترات الشديدة الجفـاف التي تتناوب عـادة مع الفتـرات الجيِّـدة الأمطـار، والتي تؤدي دومـاً إلى خسارة كبيرة في الحيوانات نتيجة نقص في الغذاء والماء، كما حصـل في سوريـا بعد ثلاث سنوات متتالية من الجفاف من 1958 إلى 1960 حيث انخفض عدد الأغنام إلى النصف تقريباً، من 5.9 مليون رأس في 1958 إلى 2.9 مليون رأس في 1961.

2.3.5 ـ تأثير التصحّر في بُنْية الموارد الزراعية

أ ـ بنيــة استعمال الأراضي: دلّت الاحصـائيات أنـه خلال السنـوات الثلاثـين الماضية حدث تراجع في بلاد المشرق العربي في مساحـة الأراضي الحراجيَّـة وأراضي المراعي نظراً لازدياد الاقبال على الزراعـة وبخاصـة الحبوب. وهكـذا فإن المسـاحة المزروعة بالقمح قد تضاعفت بنهاية الخمسينات بالنسبة لما كانت عليه خـلال الحرب العالمية الثانية أو بعدها بقليل، بينما أصبحت ثلاثة أضعاف في سوريا. إن التوسـع بزراعة القمح والشعير في المناطق القليلة الأمطار قد يكون مفيداً بالنسبة للمـزارعين المغامرين على المدى الطويل بالرغم من التغيرات الشديـدة في الأمطار السنـوية، إلا أن هذه الزراعة ضارَّة جدّاً على المستوى القومي نظراً لتدهور خصوبة الأراضي.

ب ـ بنيــة القطعان: إن تـدهور المـراعي الطبيعية يؤدي إلى تغـيرات في أنـواع حيـوانات الـرَّعي. وهكذا فـإن بعض المناطق الـرعويَّـة التي كانت مـلائمة لـلأغنام والأبقار قد تدهورت بحيث لم تعدْ تصلح إلّا لرعي الماعز ثم لرعي الجمال وذلك قبـل أن تتحول إلى أشباه صحار.

الفصل السادس

6 ـ وسائل مكافحة التصحّر

مقدمة: المبادىء الأساسيــة التي يجب أن ترتكـز عليها مكـافحة التصحّر

1.6 ـ المحافظة على الغطاء الحراجي وتحسينه
2.6 ـ المحافظة على المراعي الطبيعية وتحسينها
3.6 ـ صيانة التربة والمياه
4.6 ـ الإدارة المتكاملة لأحواض مساقط المياه

مقدمة
المبادىء الأساسية التي يجب أن ترتكز عليها مكافحة التصحُّر

ـ إن الهدف المباشر لمكافحة التصحّر هو منع التصحّر أو وقف اندفاعه واستصلاح الأرض المتصحِّرة واستعادة إنتاجيتها حيثما أمكن ذلك.

ـ أما الهدف النهائي فهو إحياء خصوبة الأرض والمحافظة عليها في حدود الإمكانات البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة وغيرها من المناطق المعرضة للتصحُّر بهدف رفع مستوى معيشة سكانها. لذلك فإنه يجب أن تستند مكافحة التصحُّر على المبادىء الأساسية التالية:

أ ـ لا توجد حلول سريعة لمشكلة التصحُّر، إلا أنَّ هذه المشكلة ملحَّة في العديد من المناطق في العالم، وهي تتطلب التقويم والمراجعة المستمرَّيْن والتخطيط البعيد المدى والإدارة الرشيدة على كل المستويات، بتدعيم يوفره التعاون الدولي. هذا ويجب أن تبتدىء هذه البرامج دون إبطاء، حتى ولو كانت طويلة الأجل.

ثمَّة حلول تقنية متاحة حالياً في كثير من الحالات، إلا أنَّ تطبيقها قد تعيقه بعض العوامل الاجتماعية والقانونية بل وأحيَّاناً عوامل تنظيمية. ومع ذلك، ففي الدول النامية يمثل نقص الموارد المالية أحد العوائق الكبرى أمام تطبيق هذه الحلول.

ب ـ إن عملية التنمية والتغيرات السكانية والتقنيات المستخدمة والإنتاجية البيولوجية هي عناصر يعتمد كل منها على الآخر، لذلك فإن أفضل الوسائل للتخفيف من آثار التصحُّر على النظم البيئية المنتجة هي تلك التي تأخذ في الاعتبار كافة هذه العناصر، أي أن الجهود التي تبذل لمكافحة التصحُّر ينبغي أن **تكون جزءاً من برنامج شامل**، لدفع عجلة التقدم الاجتماعي والاقتصادي.

ج ـ يبدو التصحُّر عادة كتدهور للأرض والماء والموارد الطبيعية الأخرى تحت

وطأة الإجهاد البيئي. ويدلُّ التدهور على أن الأنشطة الجارية غير مناسبة في درجتها أو نوعيتها، وقد ترجع هذه الأنشطة إلى نقص في المعرفة أو الخبرة البيئيـة، أو إلى نقص في البدائل، أو إلى محاولة الحصول على أكبر ربح في وقت قصير على حساب الإنتاجية في المدى البعيد. ومع التسليم بأن الحلول تكمن في نهاية الأمر في التعليم والتقدم الاجتماعي والاقتصادي وتنظيم النمو السكاني ليتوافق مع الموارد، فإن الحلول القريبة والعاجلة ترتكز على **ترشيد استخدام الأرض**. ويتضمن ذلك عناصر ثلاثة:

- حصر الموارد المحلية وتقويم طاقاتها وإمكاناتها.
- تحديد الاستخدامات المفضلة على أساس إمكانات الموارد والأهداف والضوابط الاجتماعية والاقتصادية.
- إنشاء جهاز يتولى تطبيق خطة مكافحة التصحُّر التي تُسفِر عنها الدراسة للاستخدام الأمثل للموارد الطبيعية وإصلاحها وحمايتها.

د - وبالرغم من أن المياه والتربة وغيرهما من الموارد المادية والحيوية هي العوامل الطبيعية المتحكمة، فإننا نجد أن النظم الاجتماعية والسياسية وغيرها من النظم الإنسانية المتصلة بصنع القرارات وتنفيذ الخطط وعدم توفر مصادر التمويل المتاحة، تشكل عوائق ضخمة لعمليات التنمية ومنع التصحُّر وإعادة إعمار الأراضي التي أصابها التصحُّر. لذلك فإن خطة مكافحة التصحُّر يجب أن تهتم اهتماماً أساسياً بالمشكلات الاجتماعية والاقتصادية التي تعترض الإدارة الرشيدة للموارد الطبيعية. ولما كانت إدارة الموارد الطبيعية عنصراً حاسماً في أية استراتيجية للتنمية المادية أو الاقتصادية أو الاجتماعية، فإن اتباع سياسات رشيدة في إدارة الموارد الطبيعية مسألة أساسية بالنسبة لسائر الأنظمة البيئية لو أردنا النهوض بإنتاجيتها والمحافظة على هذه الإنتاجية.

هـ - تختلف مسببات التصحُّر تبعاً لاختلاف الخصائص البيئية للمناطق المصابة وتطلعاتها وبنيتها الاجتماعية والاقتصادية، مما يتطلب في كل منطقة من المناطق منهجاً متميزاً للتصدي لقضايا التصحُّر، سواء في البلد الواحد أو في البلاد المختلفة.

1.6 - المحافظة على الغطاء الحراجيّ وتحسينه

1.1.6 - دور الغابات الطبيعية في مكافحة التصحّر

إن الغابة المتوازنة والجيدة التنظيم تعتبر الطريقة الفضلى والأكثر فعالية في صيانة التربة، وخاصة فيما يتعلق بالانجراف على الأراضي الشديدة الانحدار. تقوم

الغابة بهذه الوظيفـة بسبب استمرار وجـودها كغطـاء للتربـة وتعدد الطبقـات التي تتكون منها وطبيعة الغطاء الميت الذي يعلو التربة والذي يساهم إلى حد كبير في منع الجريان السطحي للماء. وبالإضافة إلى ذلك فإن الدُّبال الناتج من تطور هذا الغطاء الميت يساهم في تحسين الخواص الفيزيائية لتربة الغابة وبـالتالي يسهـل نفوذ المـاء بداخلها.

إن الجريان السطحي لمياه الأمطار على أراضٍ منحدرة في منطقة مغطاة بالغابات الجيدة التنظيم يكاد لا يذكر، وكـذلك المـواد المنجرفـة، كما هـو موضـح في الجدول ـ 7 ـ مقارنة بالأغطية النباتية الأخرى.

الجدول ـ 7 ـ

طبيعة الغطاء النباتي	الجريان السطحي للمياه × 100 / المياه المرشحة
غابات	% 2
مراع	% 5
قمح، شعير	% 25
ذرة، قطن	% 50

يبين جدول ـ 7 ـ أهمية الغابات الجيدة التنظيم في حماية التـربة من الانجـراف وصيانة المياه بتشجيع نفوذها وتغذيتها للمياه الجوفية. لذلك تعتبر الغـابات أفضـل الوسائل لدرء الفيضانات وتنظيم تدفّق الينابيع بمائها النقي.

إن فائدة الغـابات في صيـانة التـربة تتجـلى في المناطق الشـديدة الانحـدار وفي المنـاطق العليا من الأحـواض المائيـة التي تغذي الأنهـار ومجاري الميـاه. إن شدة الانحـدار في هذه المنـاطق تجعل من الضروري حمـايتها بغطـاء حراجي كثيف لمنـع الانجراف وتسهيل تسرب المياه داخل التربة. وفي حال الاضطرار لـزراعة الأشجـار المثمـرة أو المحاصيـل الزراعيـة، فإنـه لا يجوز إزالـة الغطـاء الحـراجي عن هـذه المنحدرات الشديدة إلّا بعد التأكد من أننا سنتبع الوسائل الكفيلة بمنـع الانجراف المائي عن طريق إنشاء المُدَرَّجات.

واذا كانت المنحدرات في المناطق العليا من الأحواض المائية جرداء نتيجة تدهـور غطائها الحراجي الطبيعي وزواله، فإنه من الضروري إعادة هذا الغطـاء اصطناعيـاً

وانتقاء الأنواع الحراجية المستعملة في التشجير بحيث تتلاءم مع البيئة، وخاصة من حيث ملاءمتها لدرجات الحرارة الدنيا والأمطار. في المناطق الجافة وشبه الجافة، من الضروري انتقاء الأنواع الجفافية التي تتيح حماية التربة من الإنجراف، أي لا تستهلك إلّا كميات قليلة جداً من مياه الأمطار، مما يوفر مياه الأمطار لتغذية المياه الجوفية. من الجدير ذكره أن الغابات المتدهورة لا تؤمن المحافظة على التربة ولا على المياه. ومن الضروري الاحتفاظ بالغابات بحالة جيدة من حيث النمو والتنظيم حتى تقوم بوظائفها في صيانة التربة والمياه عن طريق حسن الاستغلال والإدارة ومكافحة الحريق.

2.1.6 ـ طرق حماية الغابات والمحافظة عليها

كي تبقى الغابات محافظة على إنتاجيتها وعلى مِيزاتها البيئية، بالنسبة للإنسان، يجب أن تبقى محافظة على توازنها الحيوي المسؤول عن خصوبة التربة. ولذلك فإن أي برنامج لإدارة الغابات واستثمارها يجب أن يأخذ بالاعتبار ضرورة المحافظة دوماً على التوازن الحيوي لهذه الغابات. وقد بيَّنا سابقاً كيف أن التفهم السيء للغابات، كأنظمة بيئية بغض النظر عن التوازنات الحيوية والسلاسل الغذائية التي تميز هذه الأنظمة، كان السبب الرئيسي في تدهور الغابات وانجراف التربة وتشكُّل السيول.

لذا فإنه يتوجب على الحراجيين أن يتخذوا مجموعة من التدابير لمنع تدهور التربة والتي يمكن تلخيصها بما يلي:

أ ـ تشجيع تعدد الأنواع النباتية في الغابة للمحافظة على خصوبة التربة وزيادة استقرار الغابة، ولما كانت الأهداف الاقتصادية من استثمار الغابات لا تسمح بزيادة عدد أنواع الأشجار في الطبقة العلوية من الغابة، فإنه يمكن تشجيع تعدد الأنواع السفلية.

ب ـ تلافي طرق القطع التي يمكن أن تؤدي إلى تعرية التربة، وبالتالي إلى انجرافها وإفقارها بالدبال وبالعناصر الغذائية المعدنية، مما ينعكس على إمكانية تجدد الغابة والمحافظة على توازنها. في بلاد البحر الأبيض المتوسط، حيث يتميز المناخ بزخات مطرية قوية، يجب تلافي القطع الكلي للغابات، ولا سيما على الأراضي المنحدرة، واتِّباع طريقة القطع التدريجي.

ج ـ مكافحة الحرائق بشتى الوسائل الحيوية والميكانيكية. إن الغابات المختلطة هي أكثر مقاومة للحرائق من الغابات النقية الأحادية النوع، لا سيما الغابات أحادية النوع الصنوبرية.

من الضروري أن يصار إلى نشر مراصد مناخية في مناطق الغابات كافة، لدراسة الأحوال الجوية والتنبُّوء باحتمال حدوث الحرائق، كما أنه من الضروري نشر شبكة من الطرقات الكافية للوصول إلى مكان الحريق داخل الغابة بُعيد حدوثه، وتدريب فريق من الاختصاصيين في إطفاء الحرائق يكون مجهزاً بأحدث الوسائل.

د ـ مكافحة الرعي الجائر داخل الغابات وتحديد الحمولة الرعوية تبعاً لتحمل البيئة. في مرحلة **التجديد** régénération حيث تكون الغراس (الشتلات) صغيرة، يجب منع الرعي منعاً باتاً.

هـ ـ مكافحة الآفات التي تصيب أشجار الغابة، مع التركيز على الطرق الحيوية في المكافحة للمحافظة على سلامة البيئة.

و ـ من الضروري الاكتفاء بقطع حجم الخشب الذي يناسب النمو السنوي للغابات إذا أريد المحافظة على توازنها وعدم إفقارها بالأخشاب.

إن هذه القاعدة تنطبق على الغابات غير المتدهورة والمتوازنة؛ أما في الحالات الأخرى، فيجب التصرُّف تبعاً لوضع الغابة مع الأخذ بالحسبان المحافظة على التربة والمياه.

3.1.6 ـ التشجير الحراجي الاصطناعي

1 ـ زراعة الأشجار والشجيرات الرَّعوية لتحسين المراعي الطبيعية.

يزداد الاهتمام بزراعة الأشجار والشجيرات الرَّعوية بغية حماية المراعي الطبيعية المتدهورة من الضغط الكبير المسلط عليها من جهة، وزيادة قيمتها الرعوية من جهة أخرى. وقد أصبحت زراعة هذه الأشجار والشجيرات جزءاً لا يتجزأ من برنامج تطوير المراعي الطبيعية في كثير من البلاد، لا سيما في المناطق نصف الجافة والجافة. ونذكر فيما يلي أهم الأنواع التي يمكن استخدامها تبعاً للمناطق المناخية في العالم، مركزين على المناطق نصف الجافة والجافة (حسب Le Houérou, 1980)

أ ـ المناطق الجافة المتوسطية (ذات المناخ المتوسطي)

في هذه المناطق يمكن استعمال الأنواع التالية تبعاً **لمتطلباتها البيئية لا سيما من حيث تحمل درجات الحرارة الصغرى ونوع التربة.**

Acacia cyanophylla (-A. saligna), Acacia salicina, Acacia ligulata, Acacia victoriae, Acacia aneura, Opuntia ficus indica, Atriplex nummularia, Atriplex canescens, Atriplex halimus, Atriplex lentiformis, Atriplex semi-

baccata, Atriplex glauca, Atriplex repanda, Ariplex atacamensis, Arganja sideroxylon, Calligonum comosum, Calligonum azel, Calligonum arich, Periploca laevigata, Chenopodium auricomum, Artemisia herba alba, Prosopis juliflora, Prosopis chilensis, Parkinsonia aculeata, Maireana brevifolia, Maireana sedifolia, Maireana pyramidata, Maireana astrotricha, Cassia nemophila var. coriacea. (= C. sturtii)

ب ـ المناطق الجافة ونصف الجافة المدارية

Acacia senegal, Faidherbia albida, Acacia nilotica subsp indica, A. bivonosa, A. linaroides, A. tumida, Acacia tortilis subsp. tortilis, subsp. raddiana, subsp. spirocarpa subsp. heteracantha, Parkinsonia aculeata, Desmanthus virgatus, Combertum aculeatum, Bauhinia rufescens, Ziziphus mauritiana, Ziziphus mucronata, Z. spina-christi, Z. joazeiro, Opuntia ficus india, O. robusta, O. inermis, O. fusicaulis, Nopalea cochenillifera.

ملاحظة

لقد أوضحت نتائج استعمال النوع *Acacia cyanophylla* في التشجير في شمال أفريقيا، أنه لا ينجح إذا انخفضت كمية الأمطار السنوية عن 250 مليمتراً في السنة.

لذا فإنه لا يُنصح باستعمال هذا النوع في الطوابق القليلة الأمطار والتي تنخفض عن 250 مليمتراً في السنة، وفي هذه الظروف يمكن الاستعاضة عنه بأنواعها من الأكاسيا (السنط) الأكثر تحملاً للجفاف مثل:

Acacia salicina, A. ligulata, A. aneura, A. victoriae

ج ـ المناطق الجافة ذات المناخ البارد
(آسيا الوسطى وآسيا الجنوبية الغربية)

Haloxylon persicum, Haloxylon aphyllum, Calligonum polygonoides, Calligonum sp. p. (C. arborescens, C. caputmedusae, C. pellucidum C. setosum, C. elatum, C. eriopodum), Salsola paletskiana, Salsola ritcheri.

د ـ المناطق الجافة ذات المناخ المعتدل

Robinia pseudoacacia, Elcagnus angustifolia.

هـ ـ المناطق نصف الجافة المتوسطية

Acacia cyanophylla, Ceratonia siliqua, Gleiditshia triacanthos, Medicago

arborea, Coronilla glauca, Morus alba, Vitis sp. p., Opuntia ficus indica, Eleagnus angustifolia.

2 ـ التشجير الحراجي لإنتاج خشب الوقود

في العديد من الدول، لا سيما النامية منها وغير البترولية، يزداد الطلب على **خشب الوقود** firewood باضطراد مستمر لدرجة أن الأهالي يلجأون إلى الغابات لقطع ما يحتاجون إليه دون الأخذ بالحسبان ضرورة المحافظة على هذه الغابات، مما يؤدي إلى تدهورها كما أوضحنا سابقاً. وفي بعض المناطق الجافة وشبه الجافة، تكون الحاجة إلى خشب الوقيد كبيرة جداً لدرجة أن السكّان يقومون باقتلاع الشجيرات وحتى النباتات الشوكية لاستخدامها في التدفئة والطبخ.

إن انخفاض كمية أخشاب الوقود في العالم مشكلة قائمة وستزداد حدَّة مع الزمن، لذا فإنه يتوجَّب وضع خطّة مستقبلية لتلبية هذه الحاجة عن طريق التشجير الحراجي بالأنواع السريعة النمو.

ومن الجدير ذكره أنه، بالإضافة إلى تأمين خشب الوقود، تسهم هذه المشاجر الاصطناعية في تحسين البيئة المحلية وحماية التربة من الانجراف، كما أن بعضها يمكن الافادة منه لتغذية الحيوانات. ولنشر هذه المشاجر الاصطناعية في المناطق الجافة وشبه الجافة، وذلك تبعاً لمتطلباتها الحرارية، لا سيما مقاومتها لدرجات الحرارة الدنيا في المناطق الباردة، وتبعاً لخصائص التربة، يمكن استعمال الأنواع التالية:

Acacia albida, A. aneura, A. brachystachya, A. cyclops, A. nilotica, A. saligna, (= A. cyanophylla), A. seyal, A. tortilis, Albizia lebbek, Argania sideroxylon, Azadirachta indica, Ceratonia siliquia, Cassia siamea, Cupressus sempervirens C. arizonica, Eleagnus angusti folia, Eucalyptus camaldulensis, E. citriodora, E. microtheca, E. occidentalis, E. salmonophloia, E. salubris, E. sideroxylon, E. tereticornis, Gleditsia triacanthos, Galox ylon persicum, Parkinsonia aculeata, Pinus bruta, P. halepensis, Prosopis alba, P. spicigira (= P. cineraria), P. juliflora, Tamarix aphylla, T. stricta, Zizyphus mauritanà, Z. spina-christi.

3 ـ التشجير الحراجي الوقائي من الرياح

راجع البحث تحت عنوان «حماية البساتين والسهول من الرياح».

4 ـ التشجير الحراجي الوقائي لصيانة التربة على المنحدرات

إن كل مشاريع التشجير الحراجي تؤدي، بالإضافة إلى الهدف الرئيسي المنشود

من هذه المشاريع، إلى حماية التربة من الانجراف. إلا أنـه في بعض الحالات، يمكن أن نلجـأ إلى التشجير الحـراجي كوسيلـة ناجعـة لمكافحـة الانجـراف عـلى أراضٍ منحدرة وعارية ومعرضة لانجراف مطري شديد.

في مثل هذه الظروف يجب اتّباع ما يلي:

أ ـ إنشاء مصاطب مدرجة من النـوع المعروف بـاسم المصاطب الحـراجية وقـد تمّت دراستها في بحث المصاطب. (راجع هذا البحث).

ب ـ إنشاء مخارج مائية جانبية لتصريف المياه الزائـدة من المصاطب، والإفـادة منها في الرّي أو تخزينها لحين الحاجة.

ج ـ إنشـاء سدود صغـيرة عـلى المجـاري للحـد من تـدفق الميـاه البـريـة عـلى المنحدرات.

د ـ إنتقاء الأنواع الحـراجية بكـل عنايـة بحيث تتمكن من النمو بشكـل جيد في الظروف المناخية والأرضية للموقع، لا سيما من حيث احتياجـاتها المـائية وتحملهـا لدرجات الحرارة القصوى. ويمكن اللجوء إلى الشجيرات القليلة الاستهلاك للماء إذا كانت المواقع تعاني من الجفـاف، أو إلى الشجيرات العلفيـة للإفـادة منها في تغـذية الحيوانات.

هـ ـ عند إنشاء المصاطب المدرَّجـة وتحضير التـربة للـزراعة، يجب عـدم إزالة الغطاء النباتي، إلا في المصطبة نفسها وترك الغطاء النباتي كما هو بين المصاطب.

و ـ زراعـة الغراس بشكـل كثيف لأن الهدف من التشجـير هـو وقـائي ويتطلب الحصول على غطاء كثيف بأسرع وقت ممكن. والمسافات المتّبعة في حالات الإنجراف القـوي هي من متر إلى متـرين بين الغـرسة والأخـرى. وفي المناطق الجـافة وشبـه الجافة، يفضل استعمال غراس مبذَّرة داخل أكياس أو قوارير.

ز ـ كما ينصح تغطية التربة حول الغـراس بغطاء من القش إو إبـرصنوبـرية أو بقايا نباتية مختلفة وذلك للتخفيف من تأثير مياه الأمطار في التربة السطحيـة والحد من تبخر الماء من التربة. وفي حال عدم تـوفر البقـايا النبـاتية يمكن فـلاحة التـربة بشكل كدرات كبيرة نسبية، لا سيما حول الغراس.

إن انتقاء الأنواع للتشجير الوقـائي بقصد حمـاية التـربة من الانجـراف عملية هامة جداً. ونبيّن فيما يلي الميزات الرئيسية للأنـواع المخصَّصة لمكـافحة الانجـراف مصنفة تبعاً لتسلسل أهميتها:

ـ متـلائمة مـع الظروف البيئـة المحلية لا سيمـا من حيث الاحتياجـات المـائيـة ودرجات الحرارة القصوى وخصائص التربة.

- سريعة النمو في ظروف الموقع.
- تعطي بقايا نباتية بكميات جيدة.
- مجموعها الجذري عميق وقوي ومنفرش.
- زراعتها سهلة ولا تحتاج إلى عناية زائدة.
- تاجها كثيف.
- تبقى الشجرة محافظة على أوراقها، لا سيما في فترة الأمطار.
- مقاومة للحشرات والأمراض وتعديات الحيوانات.
- محسِّنة للتربة مثل البقوليات.
- تعطي مردوداً اقتصادياً إن أمكن.

هذا ومن الجدير ذكره أن الهدف من التشجير ليس اقتصادياً، ولذلك فإن المردود الاقتصادي لهذه المشاريع يجب أن يأتي في الدرجة الثانية.

2.6 ـ المحافظة على المراعي الطبيعية وتحسينها

1.2.6 ـ الإدارة البيئية للمراعي الطبيعية

إن المراعي الطبيعية المؤلفة بغالبيتها من أعشاب عميقة الجذور تحمي التربة من الانجراف بشكل جيد كما تساعد على التخفيف من السيول السطحية. وقد دلّت التجارب التي أجريت في الولايات المتحدة الأميركية (في ولايتي تكساس وميسوري) على أراضٍ انحدارها 8 و 9 % أن جرف 20 سم من التربة يتطلب:

21 سنة في حالة زراعة القطن.
50 سنة في حالة زراعة الذرة الصفراء.
15.000 سنة في حالة أراض بور.
25.000 سنة في حالة المراعي الطبيعية.
170.000 سنة في حالة الغابة المتوازنة.

تبيِّن هذه التجربة فعالية الأغطية النباتية الطبيعية المتوازنة في المحافظة على التربة والتخفيف من انجرافها وضياع المياه. كما تدل أن المراعي الطبيعية تقوم بدور هام في صيانة التربة، وأن الغابات الطبيعية هي من الأغطية النباتية الشديدة الفعالية في هذا المجال.

للمحافظة على خصوبة الأتربة في مناطق المراعي الطبيعية وبالتالي المحافظة على قدرتها الإنتاجية، وكذلك لكي تقوم هذه المراعي الطبيعية بمقاومة انجراف التربة

وصيانة المياه، فإنه يجب المحافظة على عدم تدهـور الغطاء النبـاتي. إن تدهـور هذا الغطاء في البادية السورية عن طريق الرعي الجائر والحراثة بهدف الزراعة المطرية، أدى إلى تـدهور التـربـة وانخفـاض قـدرتهـا الإنتـاجيـة من العلف. وفي الحـالات القصوى، تعرّت الأتربة نهائياً وتعرضت للانجـرافين المطـري والريحي. ومـا تشكُّل الكثبان الرملية وزحفها بـاتجاه الـرياح الـرئيسية، وكـذلك شـدة السيول في فصـل الأمطار في البادية، وازدياد عدد العواصف الرملية وشـدتها، إلّا ظـواهر نـاتجة من تدهور المراعي الطبيعية، وهي علائم ظاهرية للتصحّر.

إن مبدأ الإدارة البيئية للمراعي الطبيعية يهـدف إلى استغلال هـذه المراعي مـع أخذ الاحتياطات لمنع تدهورها بغية المحافظة على انتاجيتها من جهة، وعلى البيئة من جهة أخرى، وهذا يتطلب وضع نظام إداري لاستغلال المـراعي الطبيعية، نـابع من علاقة المجتمعات النباتية المكونة لهذه المراعي مع البيئة وحاجة الإنسان. إن وضـع مثل هذا النظـام لا يمكن أن يتم إلا بعد إجـراء دراسات بيئيـة واجتماعيـة نباتيـة لمناطق المراعي الطبيعية، وكذلك دراسة تحملها للرعي بحيث تسمح هذه الدراسات في النهاية بمعرفة أفضل الوسائل لتحسين الوضـع الحالي للمراعي المتدهـورة عن طريق تنظيم الرعي وتحسين المراعي بواسطة بذرها بأنواع علفية جيدة، محلية أو أجنبية، أو بإدخال شجيرات علفية، وزيادة توفير المياه بإنشاء السـدود على مجـاري الأودية وحفر الآبار وتوزيعها بشكل مناسب ضمن منطقة المراعي. وإلى أن تتم هذه البحوث يجب الافادة من المعلومـات المبعثرة المتـوفرة حـالياً لـلابتداء بـوضع خطـة إدارية وفنية لتحسين حالة المراعي وحالة الحيوانات؛ ويجري تحسين هذه الخطة مع الزمن مع توفر المعلومات الجديدة.

2.2.6 ـ تحسين المراعي الطبيعية

يمكن أن يتم تحسين المراعي الطبيعية المتدهورة بطريقتين رئيسيتين:

أ ـ التجديد الطبيعي.
ب ـ البذر الإصطناعي والتشجير.

أ ـ التجديد الطبيعي

يمكن اتباع هذه الطريقة في المراعي المتوسطة التدهور، وذلك باتباع مجموعة من الإجراءات يمكن تلخيصها بما يلي:

ـ منع الرعي بشكل تام لفترة معينة حتى يستعيد المرعى إمكاناتـه الرعـوية. إن طول هذه الفتـرة من منع الـرعي يتوقف عـلى حالـة المرعى نفسـه. وقد بـرهن هذا

الإجراء على فعالية جيدة في تحسين المراعي الطبيعية في كثير من مناطق العالم.

ـ منع الرعي خلال فصل معين أو أكثر لحماية بعض الأنـواع الرعـوية الجيـدة والتي تكون حساسة للرعي خلال فترة المنع.

ـ تخفيض الحمولة الحيوانية للسماح للنباتات المعمرة في المرعى أن تتكاثر بشكل طبيعي.

ـ منع رعي حيوان معيَّن تبعاً لحالة المـرعى وتكوينـه النباتي، بحيث يتم اختيـار حيوان يتغذى على أنواع غازيّة شديدة الانتشـار في المرعى، بينمـا يتم منع حيـوان آخر يفضل أنواعاً نادرة في المرعى مهـددة بالزوال.

ـ إنشـاء مناطق صغـيرة مسيَّجة ضمن المـرعى الطبيعي تكون في حـالـة جيـدة نسبياً، ويمنع الرعي فيها، بحيث يتاح تكاثر الأنواع فيهـا طبيعياً، وتسـاهم بالبـذر الطبيعي للأجزاء المجاورة للمسيَّجات.

ب ـ البذر الاصطناعي والتشجير

إن تحسين المراعي الطبيعية المتدهورة بشكل ملحـوظ والتي زالت منها الأنـواع المعمرة الجيدة، لا يمكن أن يتم عن طريق التجديد الطبيعي الذي ذكرناه سـابقاً. في هـذه الحالـة لا بد من اتِّبـاع طرق اصطنـاعية لتحسـين المـراعي، لا سيمـا البـذر الاصطناعي للأنـواع الجيدة والتشجـير الحراجي بـاستعمال الأشجـار والشجيرات العلفية.

ج ـ تحسين المراعي الطبيعية عن طريق البذر الاصطناعي

يمكن تحسـين المراعي الطبيعيـة المتدهـورة عن طريق بـذر أنواع جيـدة القيمة العلفية. هذا وإن الأنواع المستعملة لهذه الغاية يجب أن تكون:

ـ متكيفة مع التربة والمناخ.
ـ ذات قيمة علفية جيدة.
ـ قابلة لمقاومة أسنان الحيوانات.
ـ قادرة على التنافس فيما بينها ضمن الظروف البيئية المحليَّة.

من الأنواع التي ينصح (حسب Le Houérou 1975) باستعمالها لهذا الغرض في المناطق التي يتراوح إمطارها بين 350 و 400 مليمتر في السنة:

Oryzapsis holeiformis,. O. miliacea, Lotus creticus, Sanguisorba minor, Hedysarum carnosum , Lolium rigidum , Phalaris truncata , Agropyron elongatum, trifolium subterraneum.

أمـا في المناطق التي تقـل فيها الأمطـار عن 350 مليمتــراً في السنـة، فـإنـه من الضروري استكشـاف الإمكانيـات التي تتم فيهـا عمليـة البـذر الاصطنـاعي تبعـاً للظروف البيئية.

تحسين المراعي الطبيعية عن طريق التشجير

«راجع بحث المحافظة على الغطاء الحراجي».

3.2.6 ـ التجربة السورية في مجال تطوير مراعي البادية

إن التجربة السورية في مجال تطوير مراعي البـادية طـويلة. وقـد مرت بمـراحل عديدة من التصحيحات المتتالية. ومن المفيد تلخيص ما توصلت إليـه هذه التجـربة ليصار إلى الافادة منها في بلاد أخرى.

لقد تم الأخذ بنظام «**الحِمَى الرَّعوي**» (الجمع: أحمية) أساساً لبرنامج تطويري لمراعي البادية في سوريا. وقد أدخله دراز عام 1967، بعد أن عثر على بقايا منه عـلى الحدود السورية اللبنانية، وفي الشمال الشرقي للبلاد على الحدود السورية العراقيـة والتركية. كما اقترح إعادة نظام الحمى العربي كسياسة رعوية تعترف بهـا الدولـة بعد تطويره في صورة جمعية تعاونية.

والحمى هـو **نظام رعـوي** pastoral system قديم تقـوم فيه القبيلـة متضامنـة بحماية مراعيها والذود عنها بغية الإفادة بما تُنبته من كلأ وشجر ومياه. وقد يكــون الحمى أيضـاً لقريـة أو لفرد أو لنـوع خاص من المـاشيـة أو مـرعى للنحـل، وقـد يستخدم لإنتاج الدريس دون الرعي، ولا يحق لغـير أصحاب الحمى استخـدامه إلا بإذنٍ من أصحابه (Draz, 1969).

وقد أوضح دراز (Draz, 1977)، في مقارنة مناطق الحمى وما يجاورها من أراضٍ أثر الحماية في زيادة كثافة الغطـاء النباتي وفي تطـوره بيئياً نحـو «**الذروة والأوج** climax» ومـا يصحب ذلك عـادة من صيانـة للموارد الطبيعيـة الأخرى من الميـاه والتربة.

ولقد كان نظام الحمى واسع الانتشار في أجزاء متعددة من الجزيرة العربية، وما زال موجوداً في أماكن متعددة من المملكة العربية السعودية، وما زال موجوداً أيضـاً في اليمن وفي عمان وسوريا، وهو بحكم نشأته في هذا الجزء من العالم لا شك في أنه يلائم البيئة وطبيعة السكان، ويمكن التوسع في تطبيقه في البلاد العربية كبـديل لما يمارسه الرعاة الآن من الرعي المباح غير المحدد (Draz, 1977).

أ ـ التعاونيات الرعوية

لقد اعتبر نظام الحمى، كما أوضحنا أعلاه، أساساً لبرنامج متكامل لتحسين المراعي في سوريا؛ إلا أنّ نقطة الضعف الرئيسية في مثل هذه البرامج هي وسيلة تنظيم الرعي للحد من الرعي الجائر وكفالة نوع من الاستقرار لتربية الأغنام في البادية السورية. وقد اعتُمد في تحقيق ذلك على إعادة حقوق الرَّعي القديمة إلى أصحابها الأوائل في إحدى المناطق كتجربة رائدة، بشروط وضعت نتيجة دراسة ومناقشات مستفيضة مع البدو والمسؤولين المحليين والتعاونيين المسؤولين. وكان في مقدمة هذه الشروط تكوين جمعية تعاونية من البدو نيطت بها مسؤولية تنظيم الرعي ومعاونة الدولة في حمايتها؛ ويحدد عدد الأغنام لكل عضو وفق عدد الأسهم التي يشترك بها. وينظم العمل بالجمعية وفق لائحة محددة ضمن التنظيم التعاوني.

ولقد استخدمت في البداية بعض التشريعات السارية إلى أن صدر في هذا الشأن مرسوم تشريعي عام 1970 ثم قانون أقرَّه مجلس الشعب يرسم الخطوط العامَّة لحماية أراضي البادية والمراعي ويمنع التعدي عليها وينظم استغلالها وفق برنامج تحسين المراعي الذي أعدته لذلك وزارة الزراعة.

وبالإضافة إلى حقوق الرعي في المنطقة التي تحدد لكل جمعية فإن الدولة قد أعانت الجمعيات الأولى الرائدة ببعض الحوافز في صورة مساعدات غذائية أو أعلاف من برنامج الغذاء العالمي، وهي تعاون الآن كافة ما أنشىء بعد ذلك من هذه الجمعيات بقروض طويلة الأجل من صندوق تداول الأعلاف لإنشاء مستودع للأعلاف يُموَّن بقروض قصيرة الأجل من المشروع لتوفير علف إضافي (حوالي 50 كلغ لكل رأس في كل عام)، وذلك بالإضافة إلى كمية من العلف في الطوارىء في سنوات الجدب. وبالمثل فإن هذه التعاونيات الرعوية لها الحق في الاقتراض لمشترى مستلزمات الإنتاج الأخرى كالجرارات والشاحنات وغير ذلك عن طريق قروض متوسطة الأجل. وتكفل الدولة لها أيضاً الرعاية البيطرية اللازمة وكافة قروض صندوق تداول الأعلاف.

ويدير شؤون الجمعية مجلس إدارة منتخب وفق قوانين التعاون الفلاحي؛ والجمعية وأعضاؤها مسؤولون عن قروضها بالتضامن وتعينهم الدولة في تنظيم حساباتها والإشراف على نظامها.

ب ـ المراكز الحكومية لتحسين المراعي والأغنام

يتطلب التوسع في إنشاء التعاونيات الرعوية ضمن تنظيم الحمى، إنشاء عدد من المراكز المماثلة لمحطة وادي العزيب في باقي المحافظات، وذلك بغرض التدريب

والإرشاد والأبحاث في حقل المراعي والأغنام. وقد أنشئ في عام 1977 ثمانية مراكـز في سبع محافظات، وتغطي مساحة قدرها 120.000 هكتار ويـربى فيها مـا يقرب من 26.000 رأس من الأغنام.

وارتباط هذه المراكز الحكومية بالبرنامج يجعل لها هدفاً نهائياً هو الاتصال بالبدو وتهيئة الظروف لإنشاء التعاونيات المتخصصة. (رعوية أو لتسمين الأغنام أو لإنتاج الأعلاف). كما أنها تقوم على برنامج لتحسين الأغنام العـواس بالتعـاون مع المـركز العربي لدراسة المناطق الجافة والأراضي القاحلة، ضمن اتفاقية بـين وزارة الزراعـة والمركز العربي.

ج ـ تعاونيات تسمين الأغنام

يصاحب برنامج تحسين المراعي زيادة في عدد القطعان، وهو أمـر يتطلب مزيـداً من العناية بأمر التسويق للتخلص السريع من الخراف والإناث والذكور الـزائدة عن الحاجة بتسمينها وبيعها.

وقـد أنشئت التعاونيـة الأولى في عام 1968 في حمـاه على مقـربة من التعـاونيات الرعوية الأولى. ولم تلبث هذه البـداية المحـدودة أن انتشرت في المحافظـات المجاورة إلى أن أصبح عدد هذه الجمعيات 53 جمعية طاقتها الإنتاجيـة السنويـة 1.5 مليون رأس من الأغنام، ولها مستـودعاتهـا للأعـلاف ونظام تمـويل ممـاثل للحصـول على الأعلاف اللازمة بقروض من صنـدوق تداول الأعـلاف، ولها أن تقتـرض بما يغطي احتياجاتها من مستلزمات الإنتاج الأخرى.

وقد حققت هذه الجمعيات الغرض من إنشائها بإيقاف تزايد القطعان من ناحية، ثم بسحب أي فـائض وخاصـة في سنـوات الجفـاف والجـدب حيث يستلـزم ذلـك تخفيض عـدد القطعان. وقـد لمست الدولـة وأصحاب القطعـان أهمية التعـاونيـات الرعوية وتسمين الأغنام أثناء ثلاثة مواسم جفاف مرّت بالبلاد منذ بـدء تنفيذ هـذا البرنامج، وقد دفع ذلك عجلة تقدمه وازداد الاهتمام بدعمه.

د ـ فلاحة أراضي المراعي في البادية

تضمن برنامج تحسين المراعي في سوريا إيقاف التخريب بمنع فلاحة البـادية في المناطق التي يقل المطر فيها عن 200مليمتر. وقد تحقق هذا الأمر بصـدور المرسـوم التشريعي رقم 140 لعام 1971 ثم بصدور القانون رقم 13 لعـام 1973 بعد مـوافقة مجلس الشعب.

هـ ـ زراعة الشجيرات الرعوية في الأراضي الهامشية

دلّت التجارب في القطر العربي السوري على نجاح شجيرة الرُّغْل أو القَطَف الأسترالي المصدر *Atriplex nummularia* في المناطق الهامشية من البادية السورية (Draz, 1977).

وقد أمكن الحصول على دعم في صورة حوافز لزراعة هذه الشجيرة عن طريق برنامج الغذاء العالمي وصندوق تداول الأعلاف.

كما بيَّن سنكري 1981 نتيجة لتجارب أجريت في البادية السورية أن الرغل الأميركي *Atriplex canescens* يمثل أملاً في استعادة إنتاجية جزء جيد من أراضي البادية السورية.

و ـ إعادة بناء خزانات المياه القديمة في مناطق البادية

يوجد في البادية السورية عدد كبير جداً من بقايا وآثار خزانات المياه القديمة، رومانية وعربية، منتشرة في مناطق محددة من البادية. وهي تعكس انطباعاً واقعياً للاستغلال الرشيد للمياه في سبيل تأمين حاجة الزراعة والسكان.

لقد تم تطهير عدد كبير من هذه الخزانات وإعادة ترميمها، وهي قيد الاستعمال حالياً.

ز ـ بناء السدود الصغيرة وحفر الآبار العميقة

يتم إنشاء سدود صغيرة في أنحاء متفرقة من البادية لتجميع مياه الأمطار بهدف تغطية النقص في الموارد المائية ضمن برنامج أوسع نطاقاً لحفر الآبار العميقة.

ح ـ التكامل بين المراعي الطبيعية والأراضي البور

يشمل البرنامج السوري لتطوير المراعي في البادية عدداً من المشاريع التي تهدف إلى إيجاد التكامل بين المراعي الطبيعية والزراعة المطرية والمروية، وذلك كوسيلة لإيجاد حل عملي لمشكلات الرعي الجائر وفترات الجدب المتتالية. إن هذا التكامل يتيح فرصاً لإدخال دورات جديدة على الزراعة منها إدخال البقوليات الرعوية مكان **البور** fallow في الدورة الزراعية التقليدية «قمح ـ بور» أو «شعير ـ بور» المتبعة في الزراعة المطرية في المناطق نصف الجافة، أو زراعة البقوليات الرعوية مع المحاصيل المروية كالقطن مثلاً. وهذا ما ينتج عنه تحسن في المحافظة على خصوبة التربة الزراعية وحمايتها من الانجراف الريحي أثناء فترة التبوير،

بالإضافة إلى ما يمكن أن يساعد ذلك في مكافحة ملوحة التربة في الزراعات المرويّة.

وقد أظهرت البيقيا *Vicia dasycarpa* نجاحاً مشجعاً في ظروف المنطقة نصف الجافة (القامشلي) في سوريا مع تسميد فوسفوري، وكانت النتائج مشجعة من حيث ازدياد محصول القمح وصيانة خصوبة التربة.

3.6 ـ صيانة التربة والمياه

1.3.6 ـ العناية بالتربة والمحاصيل
2.3.6 ـ الوسائل الخاصة بصيانة التربة في المنحدرات لمكافحة الإنجراف المائي
3.3.6 ـ مكافحة تملُّح الأراضي
4.3.6 ـ حماية البساتين والسهول من الرياح
5.3.6 ـ تثبيت الرمال المتحركة
6.3.6 ـ زيادة وفرة المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة

1.3.6 ـ العناية بالتربة والمحاصيل

أ ـ خدمة الأرض

تهدف عمليات خدمة الأرض إلى تأمين وسط ملائم لإنتاش البذور ونمو الجذور واستئصال الأعشاب الضارة وزيادة نفوذية التربة للماء والهواء، وإلى المساعدة في زيادة المدخرات المائية داخل التربة.

إلا أن تأثيرات هذه العمليات يمكن أن تتغير بشدة تبعاً لأسلوب إجرائها. فبعض هذه التأثيرات يمكن أن يكون سيئاً بالنسبة للمحصول إذا لم تكن عمليات التهيئة ملائمة لخصائص التربة أو للهدف المنشود.

إن أهم هذه التأثيرات هو **التأثير في بنية التربة** structure soil؛ فالواقع أن عمليات تهيئة التربة تؤدي إلى تحسن آني في بنية التربة، سواء في الأتربة الثقيلة أو الخفيفة نسبياً. ولهذا الغرض لا بد من إجراء هذه العمليات عندما تحتوي التربة على معدل مثالي للماء. وهو تقريباً يعادل **الرطوبة المكافئة** humidity equivalent إلا أن عمليات تهيئة التربة تؤدّي في الوقت نفسه إلى التخفيض من ثبات بنية التربة عن طريق التهدم السريع للمادة العضوية نتيجة تنشيط الأكْسدة. فالأتربة المنعمة جداً تتهدم بنيتها بسرعة وتصبح متراصة وتغدو أكثر عرضة للانجراف المائي.

يعتقد الاختصاصيون في صيانة التربة أن حبّات التربة التي يبلغ قطرها

0.25 مم وأكثر تقاوم الجرف المائي. ومن وجهة نظر صيانة التربة، فإن حالة التربة المؤلفة من كُوَر كبيرة تعتبر أحسن الحالات لمقاومة الإنجراف؛ إلا أنه يجب الأخذ بعين الاعتبار أن الكور لا تشكل وسطاً مثالياً لنمو النباتات المزروعة، لذا لا بد من إيجاد حل وسط يهدف إلى حماية التربة من الانجراف، وفي الوقت نفسه تأمين وسط ملائم لنمو المحاصيل. يمكن أن يتم ذلك عن طريق اتباع ما يلي:

1 ـ عدم الإفراط في حراثة التربة، لذا من الضروري عدم اللجوء إلى تنعيم التربة المعرضة للإنجراف إلّا في الحالات القصوى الضرورية، كما في حال البذور الناعمة.

2 ـ إجراء الحراثة عندما تكون قيمة رطوبة التربة تعادل الرطوبة المكافئة.

3 ـ حراثة الأتربة المستجيبة للإنجراف في الربيع.

4 ـ إضافة المادة العضوية بشكل مستمر للاستعاضة عن الضياع الناتج من الأكسدة.

5 ـ ملاءمة العمليات الزراعية مع طبيعة التربة (غضارية أو رملية).

يوجد تأثير سيء آخر لعمليات تهيئة التربة وهو أن بعض أنواع الحراثة يؤدي إلى قلب التربة، فيجلب إلى السطح تربة فقيرة بالكائنات الحية الدقيقة، عديمة البنية ومتراصة (أتربة غضارية) ويطمر التُّرْبة السطحية الغنية بالمادة العضوية وبالكائنات الحية والجيدة البنية. يزداد هذا التأثير السيء مع ازدياد عمق الحراثة.

إذا أردنا أن نحرث الأرض بعمق، فإنه يمكن اتباع ما يلي للتخفيف من عيوب الحراثة عن طريق استعمال آلتين:

ـ محراث قرصي يقلب الطبقة السطحية من التربة فقط.

ـ محراث تحت التربة، أو آلة من نوع Rooter، التي تحرك التربة بالعمق دون قلبها.

ب ـ الاهتمام بتعدد المحاصيل في دورة زراعية متوازنة

تعتبر الدورة الزراعية من الوسائل الفعالة في صيانة التربة ومكافحة الانجراف. ويبين الجدول ـ 8 ـ التأثير المفيد للدورة الزراعية بما يتعلق بالجريان السطحي للماء ويفقد التربة بناء على تجارب أجريت في الولايات المتحدة الأميركية.

جدول ـ 8 ـ

الجريان السطحي وفقد التربة
تبعاً لنوع المزروعات

النظام الزراعي	الإنسيال السطحي %	فقد التربة طن/هـ/سنة
زراعة مستمرة من القطن	14.4	60
زراعة قطن في دورة زراعية مع بقية المحاصيل	11.5	13.5

وكذلك يبين جدول ـ 9 ـ تأثير النظم الزراعية في الجريان السطحي وفقد التربـة، ويظهر أهمية الدورة الزراعية في صيانة التربة.

جدول -9-

العلاقة بين النظم الزراعية وفقد التربة والماء
في منطقة الميسوري في الولايات المتحدة الأميركية
(Biller M.F; Krusekopf H.H, 1832 حسب)

النظام الزراعي	متوسط الفقد السنوي		عدد السنوات اللازمة لجرف 7 إنشات (17.5سم) من التربة
	أمطاره %	تربة بالطن	
ـ ارض بور مفلوحة بعمق 20 سم	30.30	41.10	24
ـ ذرة صفراء بزراعة مستمرة	29.4	19.70	50
ـ قمح بزراعة مستمرة	23.30	10.10	100
ـ ذرة صفراء وقمح ونفل في دورة زراعية	13.80	2.80	368
ـ نبات رعوي مستمر (blue grass)	12,00	0.30	3043

يبـين جدول ـ 9 ـ الفـرق الكبير في فقـد التربـة والماء بـين ذرة صفراء بـزراعـة مستمرة وزراعة الذرة الصفراء والقمح والنَّفَل (بـرسيم) في دورة زراعية. إن الأرض المزروعة بالذرة تفقد تربتها السطحية خـلال50 عامـاً، أما التـربة التي تطبق عليهـا الدورة الزراعية فإنها لا تفقد هذه الكمية إلّا خلال 368 سنة.

ج ـ تخصيب الأراضي الزراعية

لتخصيب الأراضي الزراعية أهمية بالغة في المحافظة على خصوبة التربة، ويعتبر ذلك من أهم وسائل مكافحة التصحّر.

في التربة الخصبة يتحسن نمو النبات فتغطى التربة بشكل أفضل مما يخفف إلى حد كبير من تعريضها للإنجراف، كما أن مخلفات هذه النباتات تكون بكميات أكبر فتساهم بدورها في رفع خصوبة التربة. إن الزراعات المتتالية لا يصحبها تخصيب (للاستعاضة عن العناصر الغذائية التي استهلكتها المحاصيل وعن المادة العضوية التي تهدمت) تؤدي مع الزمن إلى انخفاض خصوبة التربة، فيخف تدريجاً نمو النباتات المزروعة بحيث تصبح التربة عرضة للانجراف أكثر فأكثر. كما تنخفض كمية المخلفات النباتية، مما يؤدي في النهاية إلى إفقار التربة بالعناصر المعدنية وبالمادة العضوية إلى حد يؤدي إلى انهيار خصوبتها. وجدنا سابقاً أن الزراعات الأحادية المحصول والمتكررة على نفس الأرض والمزارع المتخصصة في محصول واحد، قد حرمت التربة من التسميد العضوي الناتج من مخلفات الحيوانات والأسمدة الخضراء ومخلفات النباتات المتنوعة، واكتفى المزارعون باستعمال الأسمدة الكيمائية السريعة الذوبان. وقد أدى ذلك إلى إضعاف الكائنات الحية في التربة إلى درجة لم تعد تستطيع أن تقوم بدورها في التربة. وغالباً ما أدى ذلك إلى تهديم بنية التربة وما يتبعه من تدهور في الخواص الفيزيائية من حيث التهوية وحركة امتصاص الماء. قابل المزارعون هذا التهدم في خواص التربة بإضافات أكبر فأكبر من الأسمدة الكيمائية مما أدى إلى زيادة التهدم، وخفت بذلك قدرة النباتات على الإستفادة من هذه الأسمدة في التربة التي قد تصل إلى مرحلة تعطل نشاطها الحيوي تقريباً.

في مثل هذه التربة الضعيفة الخصوبة يضعف نمو النباتات فتصبح أكثر عرضة للآفات المتنوعة، مما يتطلب استعمال المبيدات لمكافحتها بشكل أكثر فأكثر وما ينتج عن ذلك من تعطيل للتوازنات البيولوجية. لذلك إذا أردنا المحافظة على خصوبة التربة مع الاهتمام بالحصول على مردود عال كماً ونوعاً، علينا أن نذهب من المبدأ بأن التربة «جهاز حي» لذا فإن كل العمليات الزراعية دون استثناء يجب أن تنتخب بحيث لا تتعارض مع هذا المبدأ.

إنطلاقاً من ذلك، يجب الابتعاد عن المفهوم الذي يعتبر التربة مخزناً تدخل فيه كميات من الأسمدة الكيمائية المصنّعة ليستهلكها المحصول، بل علينا أن نفكّر بالتوازنات البيولوجية وبالسلاسل الغذائية التي تميّز الأنظمة البيئية والتي تستطيع وحدها الاستمرار في المحافظة على خصوبة التربة.

ويتلخص هذا المبدأ عملياً باتباع الطرق وانتخاب العمليات الـزراعية التي تؤدي إلى المحافظة عـلى المادة العضـوية وعـلى نشاط الكـائنات الحيّـة في التربـة. ويمكن الوصول إلى هذه النتيجة بالطرق التالية:

- الزراعات المتعددة المحاصيل في دورة زراعية متوازنة.
- استعمال المحاصيل البقولية في الدورات الزراعية.
- تـربية الحيـوانات في المـزارع كجزء من بـرنامـج استثمـاري لـلاستفـادة من مخلفاتها.
- تشجيـع استعمـال الأسمـدة العضـويـة مثـل الـروث الحيـواني **والـروث الاصطناعي** compost وطمر القش ومخلفات المحاصيل وعدم حرقها.
- استعمال الأسمدة الكيمائية بشكل متوازن وبالاشتراك مع الأسمدة العضوية.

د ـ تحسين بنية التربة الزراعية عن طريق إضافة المادة العضوية

إن من أهم أهـداف تحسـين التـربـة الـزراعيـة، لمكـافحـة الانجـراف، هـو تحسـين بنيتها وثبـات هذه البُنى. والحقيقـة أن بنية جيـدة تـزيـد من تسرب ميـاه الأمطار وتحسن من الخواص الفيزيائية للتربة التي تعتبر من العوامل الهامة في نمو النباتات، كما تخفف من خطر انجرافها. وقد وجدنـا أن محصولاً جيـد النمو يغطي التربة بشكل جيد ويحميها من الانجراف.

لقد دلّت التجارب العديدة أن الاحتفـاظ ببنية جيـدة للتربـة الزراعيـة يشكل في الواقع الجزء الأساسي في أي برنامج لإدارة الأراضي الزراعية بهدف المحـافظة عـلى التربة من الانجراف.

كما دلّت التجارب أيضاً أن إضافـة المادة العضـوية إلى التـربة تخفض إلى حـد كبير من الجريان السطحي لمياه الأمطار ومن ضياع التربة، كمـا تؤدي إلى زيادة في المحصول. وتكون هذه الإضافة إما عن طريق الروث الحيواني **والروث الإصطناعي** أو عـن طـريق طمـر الأسمـدة الخضراء أو قش المحـاصيـل في التـربـة. ومـن الجدير ذكره أن لهذه المـواد المطمورة تـأثيرات أخـرى في البيئة. فمثـلاً إن السماد البلدي يساهم في إغناء التربة بالآزوت وبالعناصر المعـدنية وينشط كـائنات التـربة. كمـا أن الأسمدة الخضراء تنشط ديـدان الأرض التي تحسن بـدورهـا من تهـويـة التربة وتفاذيتها للمـاء وتتدخـل أيضاً ميكـانيكياً في التخفيف من انجـراف التربـة. وكـذلك فـإن القش ينشط أيضاً ديـدان الأرض ويولـد وسطاً مـلائمـاً لنمـو جـذور النباتات. ولكل ذلك تأثيرات واضحة في نمو المحصول.

هـ ـ زراعة التجليل

إذا بقيت التربة جرداء عارية من فترة بعد الحصاد إلى نمو المحصول التالي، فإنها ستتعرض إلى فعل الإنجراف المائي أو الريحي، أضف إلى ذلك أنه، بسبب وعورة الأرض، يكون من الصعب أحياناً الفلاحة باتجاه خطوط التسوية. في هذه الحالات يكون من الضروري حماية سطح التربة مباشرة بواسطة غطاء نباتي. إن تغطية التربة ببقايا المحاصيل يزيد من نفوذية التربة للماء، كما أنه يقلل من كمية ماء الجريان السطحي، ويخفف من فقد التربة، وذلك نتيجة لتحسين الخصائص الفيزيائية للتربة وتقليل فعل الصدمة بين ماء المطر وسطح التربة. ويطلق على الزراعة التي تستخدم حماية التربة من الانجراف عن طريق تغطيتها **بالدبال** humus (بقايا المحاصيل) أو بمواد أخرى اسم **زراعة التجليل (زراعة فرش الدُبال)** mulch farming.

إلّا أن هذه العملية قد تكون السبب في خفض المحصول وخصوصاً في الأرض ذات القوام الداعم أو المتوسط (في المناطق الرطبة)، حيث إن التفسخ السريع للبقايا الموجودة على السطح أو القريبة من السطح يستهلك كمية كبيرة من الأوكسيجين يرافقه زيادة نسبة ثاني أكسيد الكربون وزيادة عالية للرطوبة. هذه الأمور تولد وسطاً غير ملائم لنمو النباتات. أضف إلى ذلك ان الكائنات الدقيقة التي ستحول هذه البقايا تستهلك كمية كبيرة من العناصر الغذائية سهلة التمثيل وخصوصاً الآزوت. هذا النقص المؤقت للعناصر الغذائية بالإضافة إلى نقص التهوية هما المسؤولان عن انخفاض محصول النباتات غير البقولية المزروعة على أرض مغطاة ببقايا المحاصيل، لذلك فإنه بغية الحصول على مردود عال، ووقاية التربة من الانجراف في آن معاً، ينصح بالتالي:

- الفلاحة الجيدة والعميقة بهدف التهوية الحسنة.
- إضافة الأسمدة لرفع مستوى الخصوبة بهدف تلبية حاجة الكائنات الدقيقة.

ومن المفيد ذكره هنا أن تغطية التربة بالقش أو بمواد أخرى يساهم أيضاً في التخفيف من ضياع الماء من التربة عن طريق التبخر في المناطق الجافة والحارة. ويمكن استخدام العديد من المواد لهذا الغرض:

1 ـ مهاد Mulch **من الأوراق أو من المواد البلاستيكية**: وهو يستخدم عندما يكون المحصول مزروعاً على خطوط. يخفف هذا المهاد من ضياع الماء عن طريق التبخر المباشر كما أنه يمنع نمو الأعشاب الضارة ويحمي التربة من الانجراف. إن إمكانية استعمال هذا النوع من المهاد مرتبط بكلفته العالية.

2 ـ **مهاد من القش**: أهم تأثير لهذا المهاد هو مكافحة الانجراف الريحي للتربة.

3 ـ **مهاد من البترول والإسفلت**: إن هذا النوع من المهاد يساعد على الاحتفـاظ بماء التربة، وزيادة درجة الرطوبة وزيادة المحصول وحماية التـربة من الانجـراف. وتباع الآن في الأسواق التجارية مواد أخرى تؤدي إلى النتائج نفسها.

4 ـ **المهاد الطبيعي**. يقصد بهذا التعبير الفرق السطحي للتربة بهدف حفظ الماء داخل التربة. إلّا أن التجارب العديدة قد برهنت أن هذه العملية لا تؤدي بـالضرورة إلى المحافظة على الماء في التـربة وحتى في الفتـرة الجافـة، بل عـلى العكس فإنهـا في بعض الحالات تشجع من فقد الماء من التربة.
وقد بينت التجارب أيضاً إن استئصال الأعشاب الضارة هو أفضل ضمـان للحفاظ على الماء في التربة.

ويعود عدم فعالية العَزيق(*) في المحافظة على الماء في التربة إلى الأسباب التالية:

ـ إن كميـة كبيرة من المـاء تفقد عن طـريق التبخر قبـل أن تجف التربـة نسبياً وتصبح جاهزة لعملية العزيق.

ـ في كثير من الحالات، إن هذا الفقد المائي الذي يحصـل قبل العـزيق يكون قـد أدى مسبقـاً إلى تكوين طبقـة وقائيـة قاسيـة سطحية ورقيقـة ناتجـة من الجفـاف السطحي للتربة والتي تؤدي إلى التخفيف من تبخر التربة.

ـ إن النبات المزروع، إذا كـان مجموعـه الجذري جيـد الإنتشار وكثيفـاً، يوقف حركة الماء الصاعد باتجاه سطح التربة.

وإذا كان العزيق أو المهـاد الطبيعي لا يؤدي بالضرورة إلى حفظ المـاء في التربـة حتى لو كانت فترة الجفاف طويلة، فإن هذا لا يعني أنه خال من الفائدة. فقـد دلّت التجارب أنه أفضل وسيلة لمكافحة الأعشاب، ولتحسين التهوية في بعض الأتربة. إلا أنه عندما نلبّي هاتين الحاجتين (مكافحة الأعشاب وتحسين التهوية)، فإن أي عزيق إضافي يؤدي إلى نتائج عكسية، مثل خسارة الماء من التربة عن طريق تنشيط التبخر وإلحاق الضرر بجذور المحاصيل، كما أن عمليات العزيق باهظة التكاليف.

و ـ انتقاء المحصول الزراعي المناسب

إن استـزراع أرض كـانت مغطـاة بنبت طبيعي يجعلهـا دون شـك حسـاسـة للانجراف، سواء الانجراف المائي أو الانجراف الريحي. وبما أنه لا يمكن ترك كـل الأراضي مغطاة بالغابات الطبيعية أو بالمراعي الطبيعية، فـإنه لا بـد من العمل عـلى مكافحة الانجـراف والمحافظـة على خصـوبة التـربة، عن طـريق انتخاب المحصـول الزراعي الملائم واتباع طرق مناسبة لإجراء العمليات الزراعية المختلفة.

(*) المطمئن من الأرض.

تعتبر طبيعة النوع المزروع عاملاً مهماً من حيث حماية التربة من الانجراف . إلا أن الطريقة التي تتم فيها زراعة النبات لها تأثير واضح في صيانة التربة، وهكذا إذا زُرع فول الصويا مثلاً على صفوف، فإنه يسمح بالانجراف بقدر ما تسمح به الذرة الصفراء، غير أنه إذا زرع بشكل كثيف، خفّف من انجراف التربة بالمقارنة بالذرة الصفراء.

وقد بيّنت التجارب في الولايات المتحدة الأميركية أن الانجراف يكون شديداً في حالة المحاصيل المزروعة على خطوط مقارنة بالمحاصيل المزروعة بشكل كثيف، كما هو ظاهر في الجدول ـ 10 ـ:

جدول -10-

الجريان السنوي الوسطي للماء وفقد التربة* (1933-1942)

(عن Browning M.g. and al., 1948)

المحصول		فقد الماء إنش**	فقد التربة طن بالايكر**
زراعة مستمرة من الذرة الصفراء		6	38
ذرة، شوفان، نفل	ذرة	4	18
	شوفان	3	10
	نفل	1	5
زراعة مستمرة من الفصة		0.60	0.10
زراعة مستمرة من القبا الحقلي Poa Protensis		0.30	0.30

* التربة سلتية غضارية، الانحدار: 9%؛ لم تسمد الذرة الصفراء.

** الإنش = 2,539977، الايكر = 0,40468 هكتار.

تصنف المحاصيل الزراعية في أربع فئات تبعاً لحمايتها للتربة:

1 ـ المحاصيل المنهكة للتربة.

2 ـ المحاصيل الحافظة للتربة.

3 ـ المحاصيل المحسِّنة للتربة.

4 ـ محاصيل التغطية.

1 ـ المحاصيل المنهكة للتربة.

يقال إن محصولاً ينهك التربة عندما تؤدي زراعته إلى اضطراب في تتابع آفاق التربة وإلى تهديم المادة العضوية أو إلى خسارة في العناصر الغذائية التي تتجاوز ما يتطلبه المحصول لتغذيته. فالمادة العضوية تنهدم بسبب الإفراط في الأعمال الزراعية

التي يتطلبهـا هذا المحصـول، وكذلـك تضيـع العنـاصر الغـذائيـة من التـربـة لأن المحصول يترك التربة معرضة للانجراف.

وبشكل عام يمكن القول إن محاصيـل القطن والذرة الصفـراء والتبغ والبطـاطا والفاصوليا وفستق العبيد الخ... هي منهكة للتربة، وتتركها بـالتالي معـرضة لتـأثير الانجراف بواسطة الرياح والأمطار. ومن الجدير ذكره أنه إذا كان بإمكـاننا زراعـة القطن والـذرة الصفراء في شروط تمنـع انجراف التـربة، فـإن هذين المحصـولين لا ينهكان التربة أكثر من محصول علفي، إذ إن كمية العناصر الغذائية التي يستهلكها محصول معيّن هي أقل بكثير عن الكمية التي تضيع عن طريق الانجراف.

إن الأشجار المثمرة هي أيضاً من الزراعات المنكهة للتربة، وتتركها معرضة جـداً للإنجراف، إلّا إذا اتخذت الاحتياطات اللازمة للتخفيف من حدته عن طريق تغطيـة التربة بالقش أو بمحاصيـل معينة (**محاصيـل التغطية**) cover crop أو عن طريق الزراعة باتجاه خطوط التسوية أو إنشاء المدارج إلخ...

2 ـ المحاصيل الحافظة للتربة.

إن المحصـول الذي يحفظ التـربة هـو المحصول الـذي لا تتطلب زراعته إدخـال اضطراب في آفاق التربة، كمـا أنه يـزرع بشكل كثـير ويبقى فترة طـويلة نسبيـاً في الأرض بحيث يخفف من تعـريض التـربـة لـلانجـراف. إن هـذه المحـاصيـل هي النجيليات العلفية والفصة *Medicago* والبرسم (النفل) *Trifolium*. إنها تحـافظ على المادة العضويـة في التربـة، وهذا شيء مهم جـداً حتى ولو كـانت تأخـذ معها بعض العناصر المعدنية عند القطاف. فهي بهذه الطريقة تحافظ على خصوبة التـربة وعـلى إنتاجيتها.

3 ـ المحاصيل المحسِّنة للتربة.

إن هـذه المحاصيـل لا تحافظ عـلى الموجـود في التربـة وإنما تجـدد خصوبتهـا وتحسنها، وهنا أيضاً تأتي المادة العضوية في الدرجـة الأولى. إن النباتـات تستطيع تجـديد المـادة العضويـة في التربـة وبالتـالي محتواهـا من الآزوت. والبقوليـات هي النبـاتات التي تعطي أفضـل النتائـج بما يتعلق بتثبيت الآزوت. ولتحسـين التـربـة يجب انتخاب نوع النبات البقولي وكذلك طـريقة زراعتـه أيضاً. فمثـلاً إذا زُرع فول الصّويا على خطوط متباعدة بهدف استعماله علفاً للحيـوانات، فـإنه يعـرض التربـة للانجراف ويؤدي إلى إفقار التربة بالعنـاصر المعدنيـة وإلى تهديم المـادة العضويـة تماماً كالذرة الصفراء، ولكنه إذا زُرع على خطوط متقاربة، ساعد على حماية التربـة من الانجراف ، غير أن البقوليات الحولية لا تستطيع تجديد وتحسين خصوبة التربة أو تحسينها إلّا إذا جرى طمرها فيها.

إذا نظرنا إلى تأثير هذه النباتات من حيث إغناء التربة بـالمادة العضـوية، وجدنا

أنـه ربما علينـا أن ننتظر أكثـر من مائـة عام قبـل أن نتمكن من مضاعفـة المـادة العضوية في تربة كانت تحتوي في الاصل على 2% عن طريق طمر المحصـول البقولي في كل سنة، ولذلك فإنه من الأصح اعتبار طمر المحصول البقـولي (السماد الأخضر) وسيلة للمحافظة على التربة أكثر من كونه وسيلة لتجديد وتحسين خصوبـة التربـة. إن أكثر ما نستطيـع التوصـل إليه بهـذه العملية هـو أن نحفظ المادة العضـوية في التربة عند مستوى ملائم للحصول عـلى إنتاج جيـد، أما إذا كنـا نريـد حقاً زيـادة الدبال في التـربة فـإنه يتـوجب علينا اللجـوء إلى مروج دائمـة وليس إلى محاصيـل زراعية حتى ولا إلى نبت حراجي مهما كان كثيفاً.

نبـيّن في الجدول ـ 11 ـ فعـالية التغطيـة النباتيـة، من حيث حمايـة التربـة من الانجراف، وقد رتبناها تبعاً لتأثيرها المتناقص في حماية التربة.

جدول -11-

فعالية الأغطية النباتية المختلفة، مرتبة تنازلياً من حيث مدى حمايتها للتربة من الانجراف

نوع الغطاء النباتي	امثلة
1 ـ النبت الدائم	غابة وقائية مراع مستديمة مرج
2 ـ مراع مؤقتة: بقوليات ونجيليات	فصة، برسيم نجيليات
3 ـ بقوليات صغيرة البذور (علفية)	برسيم ابيض فصة
4 ـ حبوب نجيلية	شيلم شعير قمح شوفان
5 ـ بقوليات كبيرة البذور (تزرع لبذورها)	فول الصويا فستق العبيد البازلاء
6 ـ محاصيل تزرع على خطوط متباعدة	القطن الصويا البطاطا الذرة الصفراء التبغ
7 ـ بور	بور صيفي الفترة بين الفلاحة وبداية النمو

إن من أهم طرق المحافظة على خصوبة التربة، وبالتالي على مردود عالٍ وبشكل مستمر، هو اتباع مبدأ **تعدد المحاصيل** polyculture، بحيث تنتخب المحاصيل استناداً إلى خصائصها في حماية التربة وتتابع في دورة زراعية متوازنة، كما أنه من المفيد جداً إدخال محصول بقولي ضمن الدورة الزراعية لتجديد وتحسين خصوبة التربة. إن الرغبة في المحافظة على توازن البيئة وعلى خصوبة التربة تتطلب أيضاً تربية الحيوان والاستفادة من مخلفاته في تغذية التربة بالعناصر المعدنية وبالمادة العضوية لتحسين خواصها الفيزيائية وفي تنشيط عمل كائنات حيّة فيها.

إن تفهم الزراعة بهذا الشكل يؤمن للمزارع غلة مرتفعة ومن نوعية عالية كما يؤمن في الوقت نفسه المحافظة على خصوبة التربة.

4 ـ محاصيل التغطية.

يخصص هذا التعبير لتسمية المزروعات المنتجة التي يتم إنتاجها بهدف حماية التربة من الانجراف. وإضافة المادة العضوية إلى التربة وتحسين خصوبتها. وقد بيّنت التجارب العديدة أن الحقول المزروعة، عندما تخلو من غطائها النباتي، تصبح شديدة الاستجابة للانجراف. وكذلك بالنسبة للأتربة التي تتميز بنسبة منخفضة من الدّبال والضعيفة الخصوبة فإنها تكون سهلة الانجراف بواسطة مياه الأمطار والرياح. وبالإضافة إلى ذلك فإن فقد الدّبال من الأتربة الزراعية على المنحدرات يزداد إذا لم تكن هذه الأتربة محمية بغطاء نباتي.

نلخص فيما يلي المزايا الرئيسية لمحاصيل التغطية:

ـ تخفف من الجريان السطحي للماء المطري وبالتالي تزيد من كمية الماء النافذ داخل التربة.

ـ تخفف إلى حد أدنى انجراف التربة، وبالتالي تقلل من فقد التربة لعناصرها المعدنية والعضوية ولموادها المغذية.

ـ ترفع من خصوبة التربة عندما تطمر وذلك نتيجة لتحسين البيئة وتخمير المواد المغذية.

ـ يمكن الإفادة منها للرعي.

ـ تحمي المدارج المنشأة حديثاً وكذلك الإنشاءات الاصطناعية المخصصة لمكافحة الانجراف.

بيّنا فيما سبق أن المحاصيل المزروعة على خطوط متباعدة مثل القطن والذرة الصفراء والبطاطا والتبغ، تسبب فقد الدبال بكميات كبيرة من التربة. لذا فإنه يتوجب زراعتها ضمن دورة زراعية يكون أحد عناصرها محاصيل التغطية. وقد أدى

استعمال محاصيل التغطية في الولايات المتحدة الأميركية إلى زيادة في المردود تقدر بـ 35% في حالة زراعة القطن و75% في حالة زراعة الذرة الصفراء. كما انخفض في الوقت نفسه انجراف التربة بشكل ملموس.

إن الأسلوب الذي يهدف إلى طمر محاصيل التغطية كسماد أخضر يعتبر من أحسن الأساليب التي يمكن اتباعها لصيانة الأتربة المزروعة. إن انتخاب نوع المحصول يتعلق بالعوامل البيئية المحلية وبالعوامل الاقتصادية وببعض الأهداف الخاصة المراد التوصل إليها.

إن نباتات الفصة *Medicago* والنفل (برسيم) *Trifolium* والترمس ***Lupinus*** والحمص إلخ... يمكن استعمالها كمحاصيل للتغطية. ويستعمل في بعض البلاد خليط من البقوليات والنجيليات (قمح، شوفان...) كمحصول تغطية لحماية التربة وتحسين خصوبتها. إن كل هذه النباتات المستعملة للتغطية بغية صيانة التربة، يجب أن تزرع بشكل كثيف وتنتشر.

2.3.6 ـ الوسائل الخاصة لصيانة التربة في المنحدرات لمكافحة الانجراف المائي

أ ـ توجيه العمليات الزراعية تبعاً لخطوط التسوية

يعتبر توجيه العمليات الزراعية (الحراثة، البذر، غرس الأشجار) باتجاه **خطوط التسوية** contour lines (خطوط الكونتور) من أهم الطرق الفعالة في حماية الأراضي التي لا يتجاوز انحدارها 4% من الانجراف المائي. والحقيقة أن كل خط حراثة وكل صف أشجار باتجاه خطوط التسوية يعتبر حاجزاً لجريان مياه الأمطار ويشجع تسرب المياه داخل التربة، وقد بينت الدراسات أن هذه الطريقة اقتصادية أيضاً بالنسبة للمزارع فهي توفر له الوقت والقدرة والمحروقات.

إن فعالية هذه الطريقة تنحصر في التربة النفوذة التي لا يتجاوز انحدارها 4%، إلّا أنها تبدو غير فعالة في التربة غير النفوذة حتى ولو لم يتجاوز انحدارها 4% وخاصة في المناطق ذات الأمطار المتوسطة والعالية. ففي هذه الحالة يجب إجراء حراثة تحت التربة باتجاه خطوط التسوية لزيادة حجم الماء المتسرب داخل الأرض، كما تجري هذه الحراثة عندما تكون التربة جافة. وعندما يزيد انحدار الأرض عن 4%، فإن العمليات الزراعية باتجاه خطوط التسوية تصبح غير فعالة ولا تكفي لحماية الأرض من الانجراف ولا بد من اللجوء إلى طرق أخرى.

بالنسبة للحراثة باتجاه خطوط التسوية، يجب أن لا يزيـد ميل خط الحـراثة عن 1.5% وإلّا ازدادت سرعة المياه وسببت انجـرافاً للتـربة. كمـا أن الماء الـزائد عـلى خطوط الحراثة يجب أن لا يسيل لمسافة أكبـر من 150-180م دون أن يجد مخـرجاً مائياً يصرفه خارج الحقل، في حالة الأمطار الشديدة والأتربة الضعيفة النفوذيـة. في حالة الأشجار المثمرة، فـإن حراثـة التربـة، وحفر الجـور وزراعة الغـراس، عمليات يجب أن تتم باتجاه خطوط التسوية.

هذا ومن الجدير ذكره أن الطرقات في المزرعة يجب أن تنشأ أيضاً باتجاه خطوط التسوية.

ب ـ الزراعة الشرائطية المتناوبة cropping strip

وهي طريقة لزراعة المحاصيل بشكل شرائط بحيث إن شريطين متتاليين لا يزرعان بالمحصول نفسـه أو لا يجرى فيهمـا تحضير التـربة للـزراعة والعمليـات الزراعيـة الأخرى في الوقت نفسه بحيث يجد الماء المتجمع على أحد الشريطـين حاجـزاً يمنعه من الانسيال وهو الشريط الثاني.

1 ـ أنواع الشرائط المتناوبة

يمكن تمييز نوعين من الشرائط المتناوبة المستعملة في حماية المنحـدرات المزروعـة من الانجراف المائي:

أ ـ الشرائط المتناوبة تبعاً لخطوط التسوية (خطوط الكونتور)

في هذه الطريقة تتم زراعة المحاصيل بشكل شرائط تتبع تماماً خطـوط التسويـة. وبشكل عام، فإن هذه المحاصيل تتوالى بشكل دورة زراعية محددة تمـاماً. تستعمـل هـذه الطريقـة لمكافحـة الانجراف المـائي، كما تستعمـل أيضاً وبنجـاح في الأراضي المنحدرة وفي المناطق التي يكون فيها للانجراف الريحي نفس خطر الانجراف المائي.

ب ـ الشرائط المتناوبة العرضانية المستقرة

يكون لهذه الشرائط عرض محدّد ومتساو، وتنشأ باتجاه عمـوديّ على الانحـدار، إلّا أنهـا لا تتبع تمـاماً خطـوط التسويـة. لا تستعمل هـذه الطريقـة إلّا في المناطق المعقّدة التضاريس والمتوِّجة حيث يصعب إنشاء شرائط تبعاً لخطوط التسوية.

2 ـ عرض الشرائط

يرتبط عرض الشرائط المتناوبة بعدد من العوامل هي:

ـ انحدار الأرض.
ـ نفوذية التربة واستجابتها للانجراف.
ـ كمية وشدة الأمطار.
ـ طبيعة وترتيب المحاصيل المختلفة في مخطط الدورة الزراعية.

يبين الجدول ـ 12 ـ عرض الشرائط تبعاً لخصائص التربة والانحدار بناء على تجارب في الولايات المتحدة الأميركية.

جدول -12-

العرض التقويمي للشرائط المتناوبة تبعاً للانحدار وخصائص التربة مُقدراً بالقدم (*0.3048* م)
(عن Custafson A.F 1941)

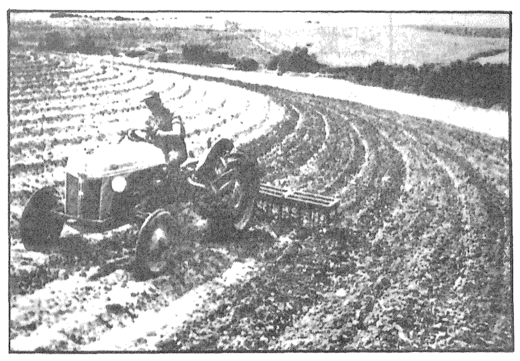
الانحدار %	التربة جيدة الصرف مقاومة للانجراف فئة (1)	التربة متوسطة الصرف ومتوسطة المقاومة للانجراف فئة (2)	التربة سيئة الصرف وحسّاسة جداً للانجراف فئة (3)
135	110	85	
5	125	100	75
8	110	85	60
10	100	75	50
12	90	65	-
15	75	50	-
17	65	-	-
20	50	-	-

إن هذا الجدول يلائم المناطق التي تتميز بأمطار خفيفة قليلة التأثير في انجراف التربة، ومع ذلك فإنه لا يجوز أن يتجاوز الانحدار 20% و 15% و 10% بالنسبة لأتربة الفئات 1, 2, 3 على التوالي. في المناطق التي تتميز بزخات مطرية قوية كالمناطق الخاضعة للمناخ المتوسطي مثل القطر السوري، والمناطق المدارية، فإنه يمكن تطبيق عرض الشرائط المعطى في الجدول ـ 12 ـ لأتربة الفئة ـ 2 ـ بالنسبة لأتربة الفئة ـ 1 ـ وكذلك تطبيق عرض الشرائط المعطى لأتربة الفئة ـ 3 ـ بالنسبة لأتربة الفئة ـ 2 ـ.

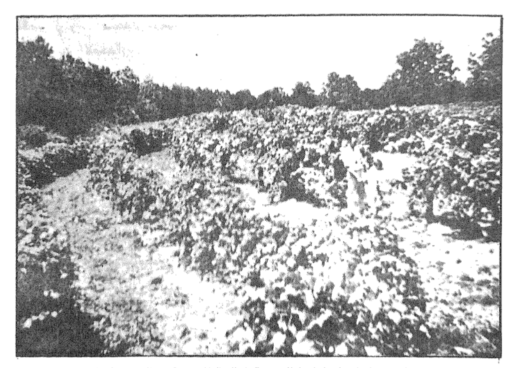
تبعاً لهذا الجدول فإن عرض الشريط يزداد أو ينقص 5 أقدام (1.524م) كلما



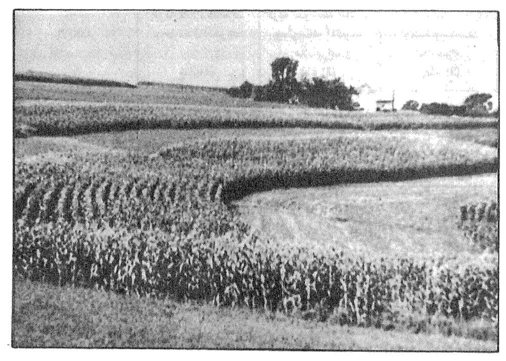
تبين الصورة الانجراف المائي الناتج عن حراثة الأرض المنحدرة باتجاه الانحدار



تبين الصورة طريقة الحـراثة بـاتجاه خطـوط التسويـة لمكافحـة الانجراف المـائي في الأراضي القليلة الانحدار



تبين الصورة زراعة الكرمة باتجاه خطوط التسوية لمكافحة الانجراف المائي في الاراضي المنحدرة



تبين الصورة طريقة الزراعة الشرائطية لمكافحة الانجراف المائي في الأراضي المنحدرة

نقص أو زاد الانحدار بمقدار واحد بالمئة. ومن الملاحظ أن عـرض الشرائط يتناقص مع ازدياد الانحدار.

ومن الجدير ذكره أنه في الشروط المناخية المتوسطية، كالشروط السائـدة في القطر السوري، لا يجوز اتباع الزراعة الشرائطية المتناوبة عندما يزيد الانحـدار عن 15% بالنسبة للأتربة الجيدة الصرف والمقاومة للانجراف و10% بالنسبة للأتربة المتوسطة الصرف و8% بالنسبة للأتربة السيئة الصرف. أما الأراضي التي يقل انحدارها عن 5% فإنها لا تحتاج إلى شرائط متناوبة لحمايتها من الانجراف، بل يكفي لذلك إجراء الزراعة تبعاً لخطوط التسوية وخاصة إذا كانت الأتربة مغطاة خلال فصل الأمطار.

يبيِّن الجدول ـ 13 ـ عرض الشرائط المتناوبة المقترحـة من قبل أ. نحـال للمناطق التي تتميز بمناخ متوسطي.

جدول -13-

العرض التقويمي المقترح من قبل أ. نحال للشرائط المتناوبة تبعاً للانحدار وخصائص التربة للمناطق الخاضعة للمناخ المتوسطي

الانحدار %	اتربة جيدة الصرف ومقاومة للانجراف فئة (1)	اتربة متوسطة الصرف ومتوسطة المقاومة للانجراف فئة (2)	اتربة سيئة الصرف ومستجيبة جداً للانجراف فئة (3)
8	26 م	18	10.5
10	23 م	15	-
12	20 م	-	-
15	15.5 م	-	-

3 ـ تناوب المحاصيل على الشرائط

لـزيـادة فعـاليـة نظـام الشرائط المتنـاوبـة في صيـانـة الأتـربـة المـزروعـة من الضروري انتخاب دورة زراعية مناسبة ومحاصيل زراعية ملائمـة لهذا الغـرض. إن الدورات الزراعية التي تأخذ بعين الاعتبار زراعة نجيليـات معمرة وبقـوليات بشكـل كثيف مشكلة بساطاً مستمراً بالتناوب مع محاصيل أقل حفظاً للتربـة تشكل أفضـل السبل للحد من الانجراف في الأراضي المزروعة.

ولهذا الغرض يمكن اتباع ما يلي:

أ ـ **دورة زراعية رباعية**: محصول على خطوط ـ حبوب ـ محصول علفي نجيـلي أو بقولي لمدة سنتين.

ب ـ **دورة زراعيــة خماسيــة**: محصول عـلى خطوط ـ حبـوب ـ محصــول علفي نجيلي أو بقولي لمدة 3 سنوات.

ج ـ **دورة زراعية سداسيــة**: محصولان عـلى خطوط ـ حبـوب ـ محصول علفي نجيلي أو بقولي لمدة 3 سنوات.

في المناطق العالية الأمطار من البلاد المتوسطية، لا توجد صعوبـة في اتّباع النمط الذي يجعل شريطاً من شريطين مغطى بالعشب في فترة الأمطار الشديدة، وهو النمط الأكثر فعالية لحماية التربة من الانجراف المائي.

إلّا أنه في المناطق القليلة الأمطار، يتـرك عادة شريط بشكـل أرض بور عـارية أو مشغولة أو مع بقايا قش المحاصيل بينما يحمِّل الشريط التالي محصولاً علفياً.

4 ـ دمج الزراعة الشرائطية في طرق أخرى

في المنــاطق القليلة الأمطـار وحيث تكون المنحـدرات خفيفة وطـويلة في آن معــاً، يمكن دمج الزراعة الشرائطية بالمصاطب الأفقيـة التي تكون مســدودة من الطرفـين لجمــع مياه الأمطـار. وبهذا الأسلـوب يمكن الاستفادة من ميـاه الأمطـار لـزيـادة الرطوبة في التربة وزيادة المردود ورفع كمية بقايا المحاصيـل التي تساهم في حمـاية التربة بشكل أنسب مما لو استعملت الزراعة الشرائطية لوحدها.

هذا ومن الجدير ذكره أنه، لكي تعطي الزراعة الشرائطية النتائج المنتظمــة، يجب أخذ كافة الاحتياطات الضرورية التي تساهم في تحسين خصوبة التربة. لـذا يتوجب إجراء كافة العمليات الزراعية باتجاه خطوط التسويـة واضافـة الأسمدة العضــوية والمعدنية للاستعاضة عن المواد المغذية المستهلكة من قبل المحـاصيل وتحســين بنية التربة.

5 ـ الشرائط المتناوبة لمقاومة الانجراف الريحي

في المناطق الجافة وشبه الجافة يضطر المزارعون إلى تبويـر الأرض بشكل دوري لتخزين المياه في التربة للاستفادة منها من قبل المحصــول اللاحق. وتتعـرض معظم هذه المناطق إلى رياح شديدة تسبب انجراف التربة، خاصة في الأراضي العـارية من الغطاء النباتي. في مثل هذه الظروف يمكن الحد من تأثير الرياح في انجراف التربــة بإنشاء شرائط باتجاه عموديّ على الرياح الخطرة يتناوب عليهـا المحصول الـزراعي

والبور. إن عرض الشريط الأكثـر شيوعـاً هو بحـدود 60 متراً ونـادراً ما يصـل إلى 90 متراً. إن العرض الدقيق مرتبط بعرض الآلات الزراعية المستعملة في المزرعة. من الجدير ذكره أنه إذا تمّت تغطيـة شريط البور بـالقش مع مـزج جزء منـه بالتـربة، فـإن الانجـراف الـريحي ينخفض إلى حـده الأدنى في هـذا النظـام من الـزراعـة الشرائطية المتناوبة.

ج ـ إنشاء المصاطب المدرّجة (المدرجات)

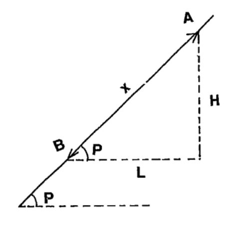
1 ـ مقـدمـة

عندما تصبح الطرق السـابقة غـير كافيـة لحمايـة التربـة من الانجراف المـائي، يجب اللجوء إلى نشر المدرجات* terraces لقطع انحدار الأرض والحد من الجـريان السطحي لمياه الأمطار. تتألف المدرجـات من مصاطب متـراكبة فـوق بعضها بعكس اتجاه الانحدار، وبأبعاد ومساحات تتعلق بشدة الإنحدار وخصائص التربـة ونوع المزروعات (محاصيل زراعية ـ أشجار مثمرة ـ أشجار حراجية).

أظهرت المدرجـات فعاليـة عاليـة في مكافحـة الجريـان السطحي للمياه وتسـهيـل ترشيحها داخل التربة. إلاّ أن مكافحة الانجراف بهـذه الطريقـة هي أكثر كلفـة من الطرق السابقة الذكر.

2 ـ بعض التعاريف

أ ـ المسـافة بـين مصطبتين إذا كـان لدينـا مصطبتان A و B وإذا كـان ميـل الأرض P، فإن المسافة الشاقولية بين المصطبتين تساوي H والمسافة الأفقية تساوي L.



تحسب المسافة X على سطح الأرض كالتالي:

$$X^2 = H^2 + L^2$$

$$X = \sqrt{H^2 + L^2}$$

(*) تسمى الركبان في الجزيرة العربية.

إن تحديد المسافة X على سطح الأرض يسمح بتخطيط المدرجات وذلك عن طريق تعيين مكان كل مصطبة بعد معرفة المسافة الفاصلة بين المصطبة والأخرى.

ب ـ مساحة الاستقبال: هي المساحة الناتجة من جراء المسافة بين المصطبتين بطول إحدى المصطبتين.

ج ـ مقطع المصطبتين: هو مساحة مقطع شاقوي للماء في المصطبة عندما تكون المصطبة ممتلئة تماماً بالماء.

3 ـ تصنيف المصاطب

أ ـ تصنف المصاطب بالنسبة لمقطعها الطولاني وطريقة عملها، في فئتين:
ـ **المصاطب الامتصاصية** absorption terraces وهي تنشأ لزيادة كمية مياه الأمطار الممتصة من قبل التربة، وبشكل خاص في المناطق القليلة الأمطار.

ـ **المصاطب التصريفية** channel terraces وهي تنشأ لتصريف الماء الزائد في الأتربة الضعيفة الصرف وفي المنحدرات الشديدة بواسطة قناة تجمع الماء الزائد وتوجهه نحو مخرج في طرف المصطبة.

ب ـ بالنسبة لطريقة الإنشاء، تصنّف المصاطب في أربع فئات:
1 ـ المصاطب ذات الجدران الحجرية أو المغطاة بالأعشاب.
2 ـ المصاطب الامتصاصية.
3 ـ المصاطب التصريفية.
4 ـ المصاطب الحراجية.

1 ـ المصاطب ذات الجدران الحجرية أو المغطاة بالأعشاب

كانت هذه المصاطب تنشأ في مناطقنا منذ قرون عديدة على المنحدرات الشديدة لاستغلالها في زراعة المحاصيل والاشجار المثمرة، وخاصة في الأراضي الصخرية التي تحتوي على تربة تحتية عميقة نسبياً، إنها مكلفة جداً، لذا يفضل إنشاؤها بالنسبة للزراعات العالية أو المروية.

تنشأ هذه المصاطب بشكل أفقي تقريباً أو مائل قليلاً لتسهيل صرف الماء الزائد وباتجاه عمودي على الانحدار تقريباً. وتُفصل المصطبة عن الأخرى بجدار حجري أو بنباتات كثيفة، ويعتمد في إنشائها على الوضع الطبوغرافي والانحدار وطبيعة الأرض، وغالباً ما تنشأ دون أن يكون بينها تباعد ثابت أو عرض ثابت. يكون للجدران الحجرية ميل خفيف لتلافي الانهيارات بعد الأمطار الشديدة، لا تزال

تستعمل هذه المصاطب في المناطق الـوعرة في البـلاد المتوسطيـة، وهي تعتبر وسيلـة فعالة لاستغلال الأراضي في المنحدرات الصخرية في جبال سورية ولبنان حيث تـزرع بالأشجار المثمرة وبالتبغ. يتم إنشاء هـذه المدرجـات باستعمـال آلات بسيطة وحيث يكون العمل اليدوي أساسياً نظراً لصعوبة عمل الآلات الضخمة.

ومن الجـدير بـالذكـر أنه لـزيادة فعـالية هـذه المدرجـات في حمايـة التربـة من الانجـراف المائي، يجب دراسـة إمكانيـة تصريف المياه من المصـاطب المختلفة دون اضرار عن طريق تأمين مخارج مائية في طرف المصاطب.

توجيهات لتصميم وبناء المصاطب ذات الجدران الحجرية مع فرق في الارتفاع (المسافة الشاقولية) يعادل متراً واحداً

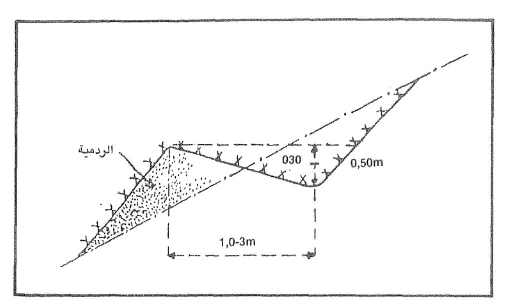
ميل الأرض	%5	%10	%15	%20	%25	%80	%35
عرض المصطبة المخصصة للزراعة	18.50 م	8.50 م	5.17 م	3.50 م	2.50 م	1.83 م	1.36 م
العرض الكلي للمصطبة	20.00 م	10.00 م	6.67 م	5.00 م	4.00 م	3.33 م	2.86 م
عدد المصاطب في 100 م انحدار	5	10	15	20	2.5	30	35
العمق الاعظمي للحفر (الصرف غير محسوب)	0.47 م	0.45 م	0.42 م	0.40 م	0.37 م	0.35 م	0.32 م
مساحة المصطبة المتوفرة للزراعة بالهكتار	0.925	0.850	0.775	0.700	0.625	0.550	0.475
حجم الحفر في الهكتار للمصاطب	1175 م3	1135 م3	1077 م3	1020 م3	963 م3	903 م3	847 م3

2 المصاطب الامتصاصية

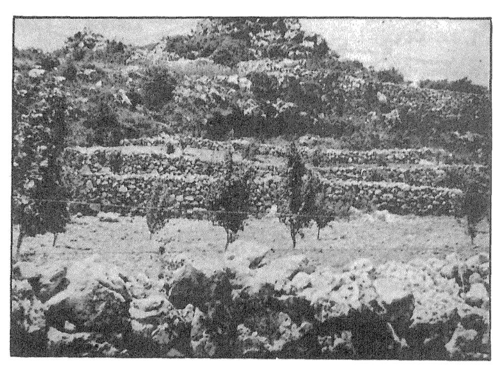
تنشأ هذه المصاطب لمكافحـة الانجراف المـائي وزيادة امتصـاص الماء من قبـل التربة في آن معاً، وذلك عن طريق السماح لمياه الأمطار التي تلتقطهـا المصطبة بـأن تتوزع على أكبر مساحة ممكنة ضمن المصطبة. وتتألف المصطبـة من الردميـة وقناة التصريف (انظر الشكل).

استعملت هذه المصاطب في عدد من البلاد في الشروط التالية:

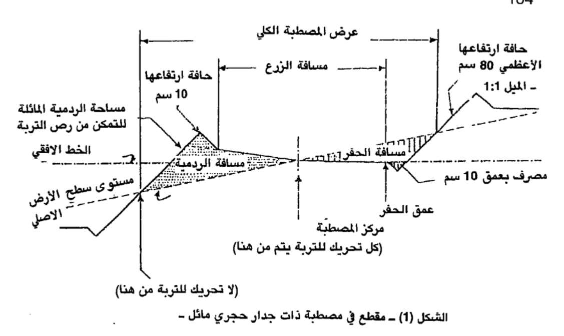
- مناطق قليلة الأمطار.



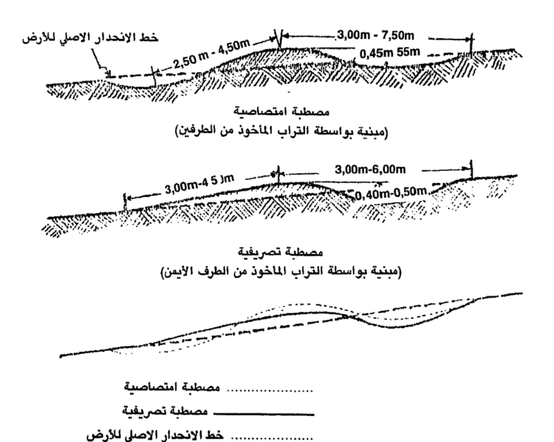
مقطع تصويري لمصطبة يبين الجزء المحفور على اليمين والردمية على اليسار



تبـين الصورة مصـاطب مدرجـة ذات جدران حجـرية لمكافحة الانجراف المائي في الأراضي الشـديدة الانحدار في الجبال الساحلية السورية



الشكل (1) ـ مقطع في مصطبة ذات جدار حجري مائل ـ



ـ أراضٍ خفيفة الانحدار لا يتجاوز ميلها 3-4%، للتمكن من المحافظة على التربة والمياه.
ـ أتربة جيدة النفودية لامتصاص ماء المطر بسرعة.

كما استعلمت أيضاً في أتربة رملية على أراضٍ خفيفة الانحدار وفي مناطق عالية الأمطار، إلّا أنه لا يجوز استعمالها في أتربة سيئةٍ الصرف.

للرفع من فعالية هذه المصاطب، من الضروري الانتباه إلى ما يلي:
ـ أن يكون ميل سطح المصطبة قليلاً جداً، أي أن يكون سطح المصطبة أفقياً تقريباً.
ـ أن يكون **للردمية** filling up ارتفاع كافٍ لحجز الماء على أكبر مساحة ممكنة، وأن تكون هذه المساحة كافية لتسهيل العمليات الزراعية.
ـ أن يجرى حفر الأرض عند بناء الردمية بكل عناية لتلافي تجمع المياه في بقع ضيقة أثناء جريان مياه الأمطار.

في مثل هذه المصاطب تكون للردميّة أهمية خاصة أكثر من قناة تصريف المياه التي لا تزيد عن كونها نتيجة لحفر الأرض ولبناء الردمية، وذلك بعكس المصاطب التصريفية حيث تكون للقناة الأهمية الأساسية في المصطبة. يبلغ طول المصطبة حوالى 200-300 متر.

لامتصاص أكبر كمية من الماء تكون قناة تصريف المياه مغلقة عادة من طرفي المصطبة بحيث تشكل خزاناً للماء يساعد على ترشيح الماء داخل التربة. وفي المناطق التي يخشى فيها زخات مطرية قوية، فإن قناة التصريف تكون نصف مغلقة للتمكن من تصريف المياه الزائدة.

إن استعمال هذه المصاطب مقصور عادة على الحقول الصغيرة كما أنها تستخدم في حال عدم إمكانية إيجاد مخرج جيد لمياه الأمطار وللاستفادة منها في الري.

ومن الجدير ذكره أنه خارج المناطق القليلة الأمطار، لا تستعمل هذه المصاطب لمكافحة الانجراف المائي على المنحدرات التي يقل ميلها عن 5% باعتبار أنه يكفي إجراء العمليات الزراعية من حراثة وعزيق وغرس أشجار باتجاه خطوط التسوية للتمكن من مكافحة الانجراف المائي. إلّا أن استعمالها مفيد في المناطق الجافة وشبه الجافة لتجميع مياه الأمطار للاستفادة منها في الزراعة.

3 ـ المصاطب التصريفية

أ ـ الهدف من إنشائها تنشأ هذه المصاطب، كما أوضحنا سابقاً، لمنع الجريان

السطحي لمياه الأمطار ورفع نسبة تـرشح المـاء داخل التـربة. وبـالإضافـة إلى ذلك فإنها تقود الماء الـزائد عن المصـاطب بسرعة خفيفـة ضمن قناة نحـو مخرج مـائي لتصريفه.

تصمم هـذه المصارف لتصريف جـزء من ماء الأمطـار، إما لأن نفـوذية التـربـة ضعيفة (أتربة غضارية) أو لتلافي الترشيح الزائد للماء في الأتربـة الرمليـة العاليـة النفوذية للتخفيف من انغسال التربة وإفقارها بالعناصر المغذية.

يستعمل الماء الزائد عن المصاطب لري المروج أو تخزينه بالـوسائـل المتوفـرة في المزرعة (صهاريج، خزانات... الخ). في هذا النوع من المصاطب تقوم قناة التصريف بدور هام لأنها مصممة لصرف الماء الزائد الصادر عن الحقول العليا وبسرعة خفيفة بحيث لا تسبب انجرافاً للتربة، أما الردمية فتكون قليلة الارتفاع لتسهيل الاستغلال الزراعي وإجراء العمليات الزراعية المختلفة على المصطبة.

ب ـ **شروط الإنشـاء** تظهر فائدة إنشـاء هذه المصـاطب على الأراضي المنحـدرة لمكافحة الانجراف المائي في شروط الميل وخصائص التربة التالية:

الميل	خصائص التربة
فوق 12-15%	أتربة جيدة الصرف ومقاومة للانجراف
فوق 10%	أتربة متوسطة الصرف ومتوسطة المقاومة للانجراف
فوق 8%	أتربة سيئة الصرف حساسة جداً للانجراف

إذا كـان تصميم هـذه المصـاطب جيـداً أمكن إنشـاؤهـا في انحـدارات عـاليـة نسبياً تصل إلى 35%. إلاّ أنه يلاحظ إذا أريـد استعمال الآلات الـزراعية الحـديثة الضخمة أنه يفضـل أن لا يزيـد ميل الأرض التي تنشـأ عليها هـذه المصاطب عن 12%، كما هو الحال في الولايات المتحدة الأميركية.

إن إنشاء المصاطب التصريفية لا يمكن أن يتم بنجاح دون الأخذ بعين الاعتبـار إنشـاء شبكة من المخـارج للمياه الصـادرة عن المصـاطب، بحيث يتكـامـل إنشـاء المدرجات مع إنشاء شبكة تصريف المياه وجمعها في أسفل المنحدر والاستفادة منهـا في الري.

هذا ويجب أن يوضع مخطط المصاطب والمخارج المائية بشكل دقيق تبعـاً لخطوط التسـوية قبـل الابتداء بتهيئـة الأرض، كما يجب تنفيـذ المخطط بشكل دقيق جـداً وبشكل كامل، وإلاّ أعطت هذه الطريقة نتائج عكسية وأدّت إلى انجراف أكبر للتربة.

وذلك بأن تتجمع المياه في مصاطب معينة بدلاً من أن تتوزع على كافة مساحة الأرض في حال عدم إنشاء المدرجات.

هذا من المفيد أن يستعين المزارع باختصاصيين لتخطيط وتنفيذ شبكة المصاطب والمخارج المائية، كما عليه أن يستفيد من خبرات غيره من المزارعين في نفس المنطقة.

ج ـ **المسافة بين المصاطب** إن المسافة بين المصاطب يجب أن تسمح بالحد من الانجراف المائي وبترشيح الماء في التربة بالشكل الأفضل، ولذلك يؤخذ بالاعتبار لحساب المسافة بين مصطبتين عوامل انحدار الأرض والخصائص الفيزيائية للتربة، وخاصة بما يتعلق بنفوذية التربة للمياه ومقاومتها للانجراف المائي.

إن المعادلات المستعملة لحساب المسافة بين المصاطب هي معادلات تجريبية وضعت في ظروف بيئية معينة، وهي تطبّق عادة على الحالات الوسطى بالنسبة لخصائص التربة، وتترك جانباً الحالات القصوى مثل الأراضي المارنية الضعيفة النفوذية والأراضي العالية النفوذية.

بالنسبة للمناخ المتوسطي، ننصح باستعمال معادلتي سكاردي Saccardy التاليتين اللتين وضعتا وجربتا في الجزائر وأعطتا نتائج جيدة.

المعادلة الأولى: تطبق في حالة الانحدارات التي يقل ميلها عن 25% وهي:

$$H^3 = 260P$$

حيث H: المسافة الشاقولية بين مصطبتين بالأمتار.

P: الميل، ويعبر عنه بأرقام عشرية، مثلاً 25% تكتب 0.25

المعادلة الثانية: تطبق في حالة الانحدارات التي يزيد ميلها عن 25% وهي:

$$H^2 = 64P$$

يجب أن تعدل الأرقام الناتجة من المعادلتين تبعاً لخصائص التربة.

تقرّب المصاطب من بعضها في الأتربة الغضارية القليلة النفوذية، وتبعّد في الأتربة الجيدة النفوذية.

د ـ **ميل المصطبة** بالنسبة للمصاطب التصريفية، وبهدف الحد من انجراف التربة في القناة، ينصح بعدم تجاوز 30% (30 سم لكل 100 متر) إلى 0.50%

كحد أعلى لميل القناة بـاتجاه المخـرج. إن هذا الميـل البسيط يتطلب إجراء تسـوية دقيقة للمصاطب.

و ـ **مقطع المصطبة**. يجب أن يلبي المقطع العرضي للمصطبة ثلاثة شروط رئيسة:
ـ سعة كبيرة.
ـ يجب أن يكون ميل جريان الماء وميل سفوح الردميات أفقيَّيْن تقـريباً لتسهيـل عمل الآلات الزراعية، إلّا في حال استعمال الآلات الصغيرة.
ـ كلفة قليلة.

إن عمق الماء في المصطبة يـراوح بين 35 و50 سم. أمـا عرض المصـاطب فيراوح بين 4.5 و12 متراً تبعاً لميل الأرض وطبيعة الآلات الزراعيـة المستعملة. فكلمـا كانت الآلات كبيرة توجب زيادة عرض المصطبة.

ز ـ **زراعة المصاطب**. من الضروري أن نتـذكر دومـاً أن إنشاء المصـاطب، حتى ولو تم بشكل جيد، فإنه لا يكفي وحده لإيقـاف الانجراف المـائي، ولصيانـة التربـة والمياه.

إن إنشـاء المدرجـات ليس إلّا بدايـة للاستغـلال الرشيـد للأراضي المنحـدرة في الزراعة. إن نجاح وفعالية هذا الأسلوب مرتبطان بالطرق المتبعة في إجـراء العمليات الزراعية وبمـدى الاعتناء بـالمصاطب نفسهـا وصيانتهـا المستمرة. وإهمـال هـذه المبادىء يؤدي غالباً إلى تخريب المصاطب وعودة الانجراف المائي وربما بشدة أكبـر من بعض المواقع المخربة.

لتـلافي تدهـور المدرجـات وجعلها تقـوم بوظيفتهـا على أكمـل وجه، من الضروري القيام بكافة العمليات الزراعية (حراثة، غرس،... الخ) على المصطبة بـاتجاه خطـوط التسوية، بشكل مواز لحرفها. هذا ويمكن دمج الزراعة الشرائطية بإنشاء المدرجـات لمكافحة الانجراف المائي بشكل أفضل على المصطبة نفسها.

ح ـ **تصريف الميـاه الـزائـدة**. يجـري تصريف الميـاه الـزائـدة عن المصـاطب المتراكمة بواسطة **مخارج مائية** outlets. ولقد وضحنا سابقاً أن صرف الماء الزائد عن المصاطب هو مسألة بالغة الأهمية عند إنشـاء شبكة المصـاطب على المنحـدرات وخاصة في حالة المصاطب التصريفية.

إن شبكة المصاطب تحد من خطر مياه الأمطار الساقطة عـلى المنحدر عن طـريق تقسيمهـا وتوزيعهـا، فبدلاً من أن تنـدفع مـع المياه المتـدفقـة بقـوة عـلى المنحـدر، تقسم وتـوجه إلى نهـاية المصـاطب، (أي أن كل الميـاه الزائـدة تتجمـع في أطـراف المصاطب) ومن الضروري جمع هذه المياه وتوجيهها نحو أماكن لإعادة استعمالها في الري أو لتخزينها وذلك دون أن تسبب أضراراً.

إن هذا يوضح لنا أهمية تحديد أماكن المخارج المائية وخصائصها منذ البداية، أي أثناء تخطيط شبكة المدارج، وكذلك أهمية الاعتناء بها بشكل تتمكن من جمع وصرف المياه الزائدة دون أن تسبب انجراف التربة.

يجب إنشاء المخارج المائية سنة أو عدة سنوات قبل إنشاء شبكة المدارج، وبشكل تستطيع أن تؤمن تدفق الحد الأعظمي للمياه الجارية والذي يمكن أن يحصل خلال 10 سنوات. تحدد سرعة جريان المياه في المخارج تبعاً لاستجابة التربة للانجراف.

تشكل المخارج المائية جزءاً لا يتجزأ من المصاطب التصريفية، بينما لا تحتاج المصاطب الامتصاصية إلّا نادراً إلى تصريف مياهها الزائدة، كما أوضحنا فيما سبق، ولذلك لا توجد ضرورة لإنشاء المخارج المائية في هذا النمط من المصاطب. إلّا أنه في بعض المنحدرات الشديدة، نضطر أحياناً إلى استعمال المصاطب الامتصاصية للمحافظة على المياه والاستفادة منها في ري المزروعات ومكافحة الانجراف المائي في الوقت نفسه، كما هو الحال عند استزراع المنحدرات الشديدة في المناطق القليلة الأمطار. في هذه الحالة، يكون من الضروري التفكير بتصريف كميات كبيرة من الماء الزائد عن المصاطب خاصة عندما تسقط الأمطار بشكل زخات قوية كما في البلاد المتوسطية، وذلك عن طريق إنشاء مخارج مائية ضمن شبكة المدارج.

1 ـ المخارج المائية الطبيعية. يمكن الاستفادة من المنخفضات الطبيعية والأخاديد (التي يجري تثبيتها بواسطة النبت) والمروج الطبيعية والغابات الكثيفة كمخارج للمياه وتوزيعها.

2 ـ المخارج المائية الاصطناعية. في حال عدم توفر مخارج طبيعية أو إذا كان الانجراف المائي الشديد يمنع استعمالها إن وجدت، ينصح إذ ذاك بإنشاء مخارج اصطناعية. إن هذا النوع من المخارج مستعمل خاصة في الولايات المتحدة وهي:

أ ـ المخارج الاصطناعية المغطاة بالأعشاب اصطناعياً وهي أقنية عريضة تزرع بالأعشاب، وبميل يتراوح بين 0.5 و14% في الحالات القصوى. عندما يكون انحدار الأرض شديداً، تنشأ حواجز ومساقط إسمنتية للتخفيف من تدرُّج الانحدار.

يفضل أن لا يزيد طول المخارج عن 800 إلى 1000 متر.

إن انتخاب نوع الأعشاب له أهمية بالغة في إنشاء الغطاء النباتي للمخارج بحيث تكون متكيفة مع البيئة ومقاومة لجرف الماء. إن النجيليات ذات الريزومات (الجذامير) هي الأفضل. وقد لوحظ أن النجيل *Cynodon dactylon* يستطيع أن

يتحمل سُرَعاً مائية بحدود 2.5 إلى 3 أمتار في الثانية دون أن يتضرر. إن هـذا النبات يمكن استعماله بسهولة ونجاح في البلاد المتوسطية.

عندما تكون التربة فقيرة، يجري تسميدها وحراثتها قبل زراعة المرج، وغـالباً مـا يتم البَذر بوجود غطاء من القش فوق التربة للتخفيف من جرف المياه للبذور.

ب ـ **المخارج المغطاة بمواد مختلفة**، عندما تكون العوامل البيئية غـير مناسبـة لنمو النباتات، يلجأ إلى طـرق ميكانيكيـة لحمايـة المخارج المائية بـرص الأحجار أو بالأسفلت أو حتى باستعمال أنابيب معدنية.

4 ـ المصاطب الحراجية:

تقسم المصاطب الحراجية[*] إلى قسمين:

أ ـ مصاطب مدرّجة.

ب ـ مصاطب هلالية.

أ ـ المصاطب الحراجية المدرجة graded terraces

ـ في حـالة الانحـدارات الشديـدة التي يزيـد ميلهـا عن 35-40% والتي يصعب استغـلالها زراعيـاً بشكل اقتصـادي وبالآلات الـزراعية الحـديثة وبـاتباع الطـرق السابقة.

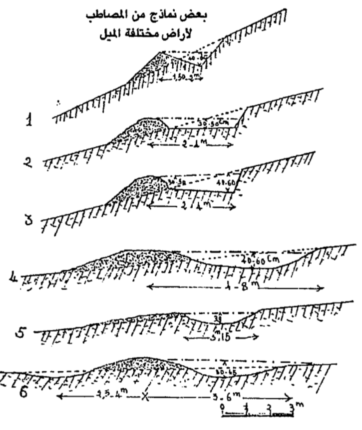
ـ في حالة التشجير الحراجي للمواقع المتخصصة لهذا الغرض، ولو كان الانحدار أقل من 30-40%، وذلك لحماية التربة من الانجـراف والاستفادة بشكـل أفضل من مياه الأمطار لريّ الأشجار.

من الجدير ذكره أنه في المناطق الجبلية العالية، مثل المناطق الساحلية من سوريا ولبنان حيث كثافة السكان عالية والأراضي القابلة للزراعة محـدودة، تنشأ مصـاطب حجرية لزراعة التبغ والأشجار المثمرة حتى على المنحدرات الشديدة والتي تخصص عادة في مناطق أخرى للتشجير الحراجي. تنشأ المدارج في هذه الحالة بواسطة آلات بسيطة، كما يكون العمل اليدوي أساسياً خاصة لبناء الجدران الحجرية.

تكون جدران هذه المصاطب تـرابية في معظم الأحيـان، إلّا أنه في حـالة الأراضي الشـديدة الانحـدار والعاريـة من الغطـاء النبـاتي الطبيعي، يجـري تشييـد هـذه المصاطب بجدران حجرية وبميل خفيف لتلافي الانهيارات.

تحسب المسافات بين المصاطب تبعاً لمعادلتي سكاردي.

يتراوح عرض المصاطب بين 1.5 و2 مترين وعمقها من 40 إلى 60 سم، كما تكون مائلة قليلاً إلى الداخل لتجميع مياه الأمطار ووضعهـا تحت تصرف الأشجار (انظـر الشكل).



1 ـ مصطبة حراجية لأراض شديدة الإنحدار ميلها أكبر من 40%
2 ـ مصطبة ذات قعر افقي لأراض ميلها اكبر من 15%
3 ـ مصطبة ذات قعر مائل إلى الداخل لأراض ميلها أكبر من 15%
4 ـ مصطبة لأراض ميلها أقل من 15%
5 ـ مصطبة «نيكول» Nichols لأراض ميلها أقل من 15%
6 ـ مصطبة لأراض خفيفة الميل.

ب ـ المصاطب الحراجية الهلالية

تنشأ هذه المصاطب في الأراضي ذات الأتربة العميقة والتي تحتوي على أخاديد نتيجة الانجراف المائي بهدف جمع مياه الأمطار في المناطق القليلة الأمطار للتشجير الحراجي. وفي هذه الطريقة تنشأ المصاطب على شكل هلال فرعاه متجهان نحو أعلى المنحدر بدلاً من إنشاء مصاطب طولانية باتجاه خطوط التسوية.

نظراً لعدم تجانس الأرض، تنشأ المصاطب على مسافات غير منتظمة ومبعثرة على المنحدر وتزداد مساحتها مع ازدياد جفاف المنطقة بغية زيادة التقاط مياه الأمطار.

في المنحدرات المتجانسة نسبياً، تنشأ هذه المصاطب بشكل رجل الغراب لتسهيل

التقاط الماء المنسال من هلالين علويين بواسطة الهلال الأسفل.

يمكن إنشاء المصاطب الهـلالية في أخـاديد الانجـراف الصغيرة عـلى أن توضـع بشكل عمودي على الانحدار، أما في الأخاديد العميقة، فـلا بـد من تخفيف انحدار الاخاديد قبل إنشاء هذه المصاطب.

3.3.6 ـ مكافحة تملُّح الأراضي

أ ـ عموميات ومبادىء مكافحة تملُّح الأراضي

1 ـ إن مكافحة تملُّح الأراضي في المناطق الجـافة وشبـه الجافـة المرويـة، عملية معقدة تحتاج إلى مستويأت عالية من التكنولوجيـا، لذا **فـإن الطرق الـوقائيـة هي** التي يجب الاهتمام بها كوسيلة أساسية لمكـافحة التملُّـح، كما يجب أن تكـون هذه الطرق مُوَجّهة للمستثمر في كافة العمليات التي يقوم بها، بالإضافة إلى أنها أقل كلفة وأسهل تطبيقاً من تقنيات استصلاح الأراضي المالحة.

2 ـ إن مكافحة تملُّح الأراضي تتطلب معرفة ما يلي:

ـ التـوازنات المحليـة واحتياجـات غسل الأرض استنـاداً إلى المحصـول المنـوي زراعته.

ـ كمية ونوعية المياه المتوفرة.

ـ نفوذية التربة.

ـ خصائص صرف المياه في الأراضي ومستوى الماء الأرضي ونوعيته.

ـ النمط الزراعي.

ـ تصميم مشاريع الري.

ويمكن تلافي تملُّح الأراضي عن طريق المحافظة على توازن ملحي مقبول في التربة.

3 ـ يعتبر انخفاض نفوذية التربة العقبة الكبرى في عملية مكافحة تملُّح الأراضي. عندما يكون معدل تبخر الماء على سطح التربة أعلى من نفوذية التربة، فإن المحتـوى الملحي للتـربة يـزداد حتماً مـع الـزمن. لـذا يجب معـالجـة ذلـك عن طـريق كسر الطبقة الكتيمة بالحراثة إذا كانت كتومية التـربة نـاتجة من وجـود طبقة كتيمـة في مقطع التربة، أو عن طريق اضافة جبس أو أي مصدر رخيص من الكلسيوم القـابل للذوبان إذا كـانت الكتوميـة ناتجـة من وجود كميـة عاليـة من الصوديـوم القابـل للتبادل.

4 ـ تعتبر طريقة الزرع هامة جـداً أيضاً، إذ إنـه عند انخفـاض رطوبـة التربـة يزداد تركيز الأملاح بالقرب من البـذور ويؤثر تـأثيراً سلبيـاً في إنباتهـا وفي نموهـا مستقبلاً. يحدث ذلك بشكل خاص في حالة المحاصيل المزروعة على أثلام ، أكثر ممـا

يحدث في حالة الري بالأحواض. ومن المعروف الآن أن المحتوى الملحي في قمة **الثلم** furrow هو أعلى منه على جانبيه، لذا يمكن التخفيف من التأثير السلبي للملوحة عن طريق الزرع على جوانب الثلم.

5 ـ تعتبر الملوحة زائلة من التربة إذا جرى غسل الأملاح إلى ما تحت منطقة الجذور من مقطع التربة بين 50 و250 سم عمقاً تبعاً لنوع المحصول. تحتاج الأتربة الصودية إلى إضافة جبس، وهذا الأخير يكثر استعماله في المكسيك والاتحاد السوفييتي والهند وباكستان وكولومبيا وهنغاريا واستراليا. في حالة وجود كمية كافية من الكلسيوم القابل للذوبان في التربة المالحة، فإن عملية إزالة الملوحة لا تحتاج إلى إضافة الجبس.

6 ـ من أجل تعزيز عمليات استصلاح الأراضي المالحة يمكن اللجوء إلى الأعشاب والبقول كما في استراليا والعراق أو إلى الحبوب (الأرز في الصين وتركيا وباكستان وهنغاريا). إذا كانت الملوحة مرتفعة، فإنه من الضروري في البداية إجراء غسل مسبق للقسم العلوي من التربة قبل أن تتم زراعة محاصيل متحمِّلة للملوحة.

جرى في باكستان واليونان والصين زراعة النبات البقولي *Sesbania aculeata* لاستصلاح أراضٍ مالحة ثقيلة القوام، غنية بالصوديوم وضعيفة النفوذية. وقد ساعدت هذه الزراعة على تحسين نفوذية التربة وعملية الغسل.

ب ـ استصلاح الأراضي المالحة

تهدف عمليات استصلاح الأراضي المالحة إلى تخفيض تركيز الأملاح في منطقة الجذور إلى حد يتلاءم مع نمو المحصول وإلى تخفيض الصوديوم القابل للتبادل، كلما كان ذلك ضرورياً.

إن استصلاح الأراضي المالحة ليس بالعملية السهلة كما أوضحنا سابقاً، وتزداد هذه العملية صعوبة إذا كانت هذه الأراضي واقعة في المناطق الجافة.

وبشكل عام يمكن القول إن استصلاح الاراضي المالحة يمر بالمراحل الأربع التالية:

1 ـ الدراسات الأولية.
2 ـ إزالة الملوحة.
3 ـ الاستزراع.
4 ـ الاستثمار.

1 ـ مرحلة الدراسات الأولية

تتضمن هذه الدراسات انتقاء الأراضي التي يمكن استصلاحها ودراسة مستوى

الماء الأرضي وإقامة شبكة من المصارف...

أ ـ إنتقاء الأراضي

إن إمكانية استصلاح الأراضي المالحة ترتبط ارتباطاً وثيقـاً بالنفـوذية. وبصـورة عامة، تعتبر الأترية الجيدة النفوذية سهلة الاستصلاح ولها قابلية جيدة للـري. أما الأترية الضعيفة النفوذية الغضارية فإنها صعبة الاستصلاح.

ب ـ دراسة مستوى الماء الأرضي

عنـد كل محـاولة استـزراع وري أراض مالحـة في المناطق الجـافـة، فـإنـه من الضروري القيام دوماً بدراسة دقيقة لمستوى الطبقات المائية الأرضية ، لمعرفة شروط تغذيتها بالمياه وشروط تدفق المياه. كما أنه من الضروري قياس خط ارتفاع مستـوى الماء الأرضي عندما يتم الري. إن إهمال مثل هذه الدراسة الأساسية يمكن أن يؤدي إلى فشل كبير، لاسيما إذا كانت الطبقة المائية الأرضية مالحة.

بيّن كوفدا (Kovda, 1961) أن تملّح التربة الناتج من ارتفاع مستوى طبقـة الماء الأرضي يرتبط بدرجة ملوحة هذا الماء. كلما ارتفع تركيز الملوحة في طبقة الماء الأرضي كلما سببت هذه الطبقة تملحاً للتربة وهي على عمق أكبر. وبشكل عام إذا كان تركيز الأملاح في طبقة الماء الأرضي بحدود 10 إلى 15 غرام/ليتر في المنـاطق الجافـة، فإن العمق الحرج لمستوى طبقة الماء الأرضي يراوح بين 2 و2.5 متـر. أما إذا كان تركيز الأملاح بحدود 1 إلى 2 غرام/ليتر، فـإن العمق الحرج لمستـوى طبقة المـاء الأرضي يمكن أن يصل من 1 إلى 1.5 متـر. وهذا يعني أنه أثناء استصلاح الأراضي المـالحة أو ريّ الأراضي في المناطق الجافة يجب المحافظة على مستوى طبقة الماء الأرضي عند عمق أقل من العمق الحرج.

ج ـ إقامة شبكة من المصارف

إن عمليات صرف المياه من الأراضي المالحة المطلـوب زراعتها بمحـاصيل مـروية هي عمليات أساسية لا يمكن التغاضي عنها تحت طائلة الفشل المحتم. من المفيـد في الحالات الصعبة، أخذ حد من الأمان بوضع أسفل المصـارف على عمق متـرين على الأقل وسطياً بالنسبة لسطح التربة. أما الأقنية المجمّعة للمياه فتوضع على مسافات تراوح بين 200 و500 متر. إن المسافـات التي يجب تركهـا بين المصـارف الثانـوية تتعلق بما يلي:

- مستوى الماء الأرضي ودرجة تملحه.
- ملوحة التربة.
- قوام التربة.

في منطقة ياقان في طوجكستان في الاتحاد السوفييتي، تم وضع المصارف الأفقية على عمق متر ونصف إلى مترين تبعاً لقوام التربة، وقد أدى ذلك إلى نتائج جيدة في تحسين الأتربة المالحة البيضاء.

يهدف الصرف الأفقي إلى تحقيق ما يلي:

- تخفيض مستوى الماء الأرضي إلى ما تحت المستوى الحرج بالنسبة لنمو المحاصيل، وهذا يتطلب إبقاء مستوى الماء الأرضي على عمق يُعادل مترين ونصف على الأقل.
- تنظيم حركة المياه السطحية والمياه الأرضية بشكل فعال، بحيث يتم إحلال المياه الحلوة تدريجاً محل المياه المالحة.
- المحافظة باستمرار على ميزان ملائم للمياه والاملاح، لتلافي خط تملّح جديد.
- معالجة انعدام تدفق المياه في المنطقة المراد استزراعها بتنظيم جريان عام عن طريق إجراء تحويل لمياه الصرف والمياه الأرضية.

2 ـ مرحلة إزالة الملوحة dezalinization water

تهدف هذه المرحلة الطويلة نسبياً إلى إزالة الملوحة من قسم التربة الذي تمتد فيه جذور المحاصيل. وفي هذه المرحلة يتم ما يلي:

أ ـ تحضير التربة

إن نجاح عملية غسل التربة بشكل خاص وعمليات تحسين الأتربة المالحة بشكل عام مرتبط ارتباطاً وثيقاً بتحضير جيد للتربة. من الضروري تسوية التربة بشكل جيد وذلك لتلافي ظهور البقع الملحية الفصلية، أو للتخفيف من ظهورها نتيجة عدم تساوي سطح التربة من جهة، وللرفع من فعالية عمليات غسل الأملاح والاقتصاد في مياه الريّ بعد تهيئة الأرض للزراعة من جهة أخرى.

قبل الري، يجب حراثة الأراضي المالحة حراثة عميقة ولعدة مرات بهدف تسهيل نفوذ الأمطار الشتوية الأولى التي لها تأثير واضح في عملية غسل الأملاح. كما أنه من المفيد اتباع الزراعة على أثلام، لاسيما الأثلام الكبيرة بحيث تكون المسافة بين الأثلام 1 - 1,20 م وارتفاع الثلم، 30 سم. ويمكن اضافة الرمل إلى الأتربة الكتيمة الغنية بالغضار Clay لتحسين النفوذية وتسهيل عمليات غسل الأملاح. كما ينصح بإجراء حراثة ما **تحت التربة** subsoiling في الأراضي المالحة الحاوية على طبقة كتيمة.

ب ـ الغسل والتصريف

إن أهم الطرق المستعملة لتخليص التربة من الملوحة الزائدة هي استخدام

الأقنيــة الأرضية و**عمليــة الغسل أو الغمــر** inondation. إن الجمع بــين هاتــين الطريقتين أي الغمر بعد وضع شبكة الصرف الأرضي، يعتبر من أفضل الحلول كمالاً وفعــالية حيث يتم غســل الأملاح وطــردها من التــربةعن طــريق شبكــة المصــارف الأرضية.

تجري عمليات الغسل فقط في نهايــة الصيف وفي أرض مستريحــة وعندمــا يكون التركيز الملحي السطحي في حده الأمثل. يجب استخدام مياه غزيرة لتسهيـل غسل الأملاح، كما يجب ترك الأرض رطبة بعد عمليات الغسل.

ومن المفيد أن تكون مياه الغسل قليلة الملوحة. فالمياه الحاوية على غــرام واحد في الليتر من الأملاح يمكن استخــدامها في غســل كل الأتــربة حتى الشــديدة المــلوحة منها. أما المياه الحاوية أربعة أو خمسة غرامات في اللتير، فإنها تسبب حوادث تملّح مؤقت للتربة بعد ثلاث إلى أربع ريّات للغســل، كما يــلاحظ أن المياه الحــاوية ستــة غرامات في الليتر، فإن حوادث التملح المؤقت تحدث بعد ريّتين.

إن المياه الحاوية تراكيــز اكبر لا يمكن استخــدامها إلّا لغســل الأراضي العاليــة النفوذية.

ج ـ استخدام الجبس والكبريت

يــوصي العديــد من الإختصاصيــين بــاستعمــال الجبس أو الكبــريت في الأراضي القاعدية حيث يسيطر الصوديوم الفعــال لتحويــل جزء من الكــربونــات القلويــة إلى كبريتات. هذا ومن الضروري ترك الأرض رطبة باستمرار لتنشيط التفاعل. كما أنــه يجب خلط الجبس مع الطبقة السطحية من التربة وليس طمره بواسطة المحراث. إن هذه المعالجة يمكن أن تكمل فيما بعد بغسلٍ شديد للتربة بمياه للــري للتخلص من بعض كبريتات الصوديوم التي تحويها.

يمكن تلخيص تأثير الجبس على الشكل التالي:

$$Na_2CO_3 + Ca\,SO_4 \rightleftarrows CaCo_3 + Na_2SO_4$$

قابل للإنغسال

$$(\text{غضار})\ 2Na + CaSO_4 \rightleftarrows (\text{غضار})\ Ca + Na_2SO_4$$

قابل للانغسال

يمكن استخدام الكبريت بشكل مفيد أيضاً في تحسين الأتــربة المــالحة، لاسيمــا إذا كانت غنيّة بكربونات الصوديــوم. فالكبريت بعد تأكسده يعطي حمض الكبــريت الذي يحوِّل بدوره كربونات الصــوديوم إلى كبــريتات الصــوديوم القــابلة لــلإنغسال والتي تخفف من القلوية الزائدة للتربة.

ويمكن تلخيص التفاعلات التي تتم على النحو التالي:

$$2S + 3O_2 + 2H_2O \rightarrow 2H_2SO_4$$

$$Na_2CO_3 + H_2SO_4 \rightleftarrows CO_2 + H_2O + Na_2SO_4 \downarrow$$

قابل للانغسال

$$(\text{غضار}) Na_2 + H_2SO_4 \rightleftarrows (\text{غضار}) 2H + Na_2SO_4 \downarrow$$

قابل للإنغسال

وفي حال وجود كربونات الكلسيوم في التربة:

$$H_2SO_4 + CaCO_3 \rightleftarrows CaSO_4 + CO_2 + H_2O$$

$$H_2SO_4 + Na_2CO_3 \rightleftarrows CO_2 + H_2O + Na_2SO_4 \downarrow$$

قابل للإنغسال

$$(\text{غضار}) Na_2 + CaSO_4 \rightleftarrows (\text{غضار}) Ca + Na_2SO_4 \downarrow$$

قابل للإنغسال

بنتيجة هذه التفاعلات يتحوّل كربونات الصوديوم القلوي إلى كبريتات الصوديوم وهو ملح معتدل، كما تتم إزالة الجذر الكربوني من التربة، أما في حال استعمال الجبس فيبقى الكربونات بشكل ملح كلسي في التربة.

د ـ زراعة المحاصيل المتحملة للملوحة

بعد عمليات تحضير التربة والتسوية، تتم زراعة المحاصيل المتحمِّلة للملوحة، كما تتم عدة حراثات للتربة. أما المحاصيل المستجيبة للملوحة فتستبعد تماماً. وفيما يلي بعض المحاصيل المقاومة للملوحة:

- المحاصيل التي تتحمل كمية من الكلوريدات الكلسية (ثلاثة الى خمسة غرامات في الليتر): باذنجان، أرضي شوكي، قنبيط، جزر، سبانخ، بندورة،خروع، شعير، قطن، ذرة بيضاء، كتان، شوفان، قمح.
- المحاصيل العالية التحمل للملوحة (ثمانية الى عشرة غرامات في الليتر):

الشمندر السكري، الفصة، الهليون، البصل، الثوم، الفجل. ومن الاشجار المثمرة العالية التحمّل للأملاح نذكر: البلح والرّمان والزيتون والفتسق الحلبي.

إن زراعة الأرز التي تتطلب الغمر الطويل للأراضي تعتبر من الزراعات المزيلة

للملوحة. إن عدداً كبيراً من الاختصاصيين ينصح بزراعــة الأرز لإزالة الملــوحة من الأتــربة المـالحــة (Simoneau, 1960; Repp G., 1961; Oztan 8 Dinçer, 1961). وبالنسبة لهؤلاء فإن زراعة الارز مربحة وتساعد في إغناء التربة بالمواد العضوية.

ويعتقـد بعض الاختصاصيــين (Repp, 1961) أنه حتى في الأتــربة الغضــاريــة الشديدة القلوية والحـاوية عـلى كربـونات الصــوديوم والسيئـة البنية، يمكن إزالـة الأملاح من هذه الأتربة خلال ثلاث سنوات عن طريق زراعة الأرز.

إلّا أنــه، للحصول عــلى نتائــج دائمة، يتـوجب تحســين التــربــة من النــاحيتــين الكيميائية والبيولوجية فور الانتهــاء من زراعة الأرز بتغطيتهــا بمزروعــات في الوقت المناسب من أجل تخفيف التبخر من سطح التربة، وإلّا فإن التربة تصبح أسوأ مما كانت عليه قبل زراعة الأرز.

ومن الجدير ذكـره أنه من المفيـد اللجوء إلى زراعــة ضروب الأرز الأكثر مقــاومة للملوحة. ففي هنغاريا يستخدم ضربان من الارز مقــاومان جــداً للملوحــة ويتحملان درجــات أس هيدروجيني (P H) 9,5. وهمــا ضربــان من تــركستــان: دونهــان شــالي وفرسان هيلي (Dunhan Shali - Varsan hely). إن زراعة الأرز، كي تســاهم فعلاً في استصلاح الأتربة المالحة، تتطلب:

- تسوية جيدة للتربة وتنظيماً كاملاً لشبكــة الصرف التي يجب أن تعمل بفعــالية عالية، وإلّا أدّت هذه الزراعة إلى ارتفاع مستــوى الماء الأرضي المتملــح وساهمت من جديد في تملّح التربة.
- تقنية خاصة في التغذية بالماء بحيث يجري طرد ماء الغمر دفعة واحــدة عندمــا يصل التركيز الملحي إلى غرامين بالألف.

إن زراعة القطن هي أيضاً زراعــة مفيدة لإزالــة الملوحــة، إلّا أنها تتطلب تهيئــة التربة بشكل **جُدُر** ridge بمســافات تــراوح بين 1 و1,2م، إذ إن القطن يستجيــب جداً للملوحة في مرحلة الإنبات وفي بداية النمو.

تستخدم الفصة أيضــاً لإزالة الملــوحة بيــولوجيــاً، فهي محصول شــديد التطلب للمياه: 15,000م^3 بالهكتار وبالسنة، مما يسهل عملية غسل الأملاح.

هـ - إنشاء كاسرات للرياح وستائر واقية

في المنــاطق الزراعيــة المرويــة، حيث يــوجـد خطـر ثــانـوي لتملُّــح الأراضي، من المهم جداً اتخاذ كافة الاحتياطات الضروريــة للتخفيف من التبخر، لــذا فإن إنشــاء كــاسرات للريــاح يعطي فائــدة أكيدة في مثـل هذه الظـروف. ومن الضروري في هذه الحالة، استعمال الشجيرات والأشجار المقاومة للملوحة كالأنواع التالية:

Eleagnus angustifolia, Gleditsia triacanthos, Maclura aurantiaca, Morus alba, Robinia pseudoacacia, Tamarix articulata, Ulmus pumila var. *pennato-ramosa.*

إن أنواع الأوكاليبتوس التالية يمكن استعمالها لإنشاء ستائر واقية:

Eucalyptus astringens, E. gomphocephala, E. occidentalis.

نظراً لمنافسة الأوكاليبتوس للمحاصيل المزروعة يفضل عدم استعمالها لإنشاء كاسرات الرياح، بل تخصص لإنشاء الستائر الواقية.

و - التسميد

للتسميد دور هام في تحسين الأتربة المالحة. بالنسبة إلى الأسمدة المعدنية، يجب تلافي استخدام الكلوريدية منها، لأنها قد تزيد من التركيز الملحي في محاليل التربة، ويفضل عليها كبريتات الأمونياك.

إلى ذلك ينصح باستخدام الاسمدة الخضراء للإسراع من عملية التحول إلى دبال التي يجب أن تطمر قبل الإزهار.

3 ـ مرحلة الاستزراع cultivation

في هذه المرحلة يتابع استخدام مُحسِّنات التربة وكذلك زراعة المحاصيل العالية الإستهلاك للماء،. كما يُتابع غمر الأرض في نهاية الفصل الجاف ولكن بتواتر أقل مما سبق.

من الضروري جداً في هذه المرحلة مراقبة مستوى الماء الأرضي الذي يجب أن يبقى دوماً تحت المستوى الحرج، والانتباه إلى صرف المياه المحملة بالملوحة باستمرار.

4 ـ مرحلة الاستثمار

إنها المرحلة النهائية من استصلاح الأراضي المالحة، والتي ستسمح بزراعة محاصيل قليلة التحمل للملوحة وحتى بزراعة الأشجار المثمرة مثل الحمضيات (الموالح) والتفاح تبعاً للشروط المناخية.

في هذه المرحلة لا يجري غير غسل التربة، إلّا أنه من الضروري أخذ الاحتياطات التالية لتلافي إعادة تملح الأراضي المستصلحة:

- عدم استخدام أسمدة كلوريدية.
- المراقبة والعناية الدائمة بشبكة الصرف الأرضية.

4.3.6 ـ حماية البساتين والسهول من الرياح

1 ـ تعاريف

تجري حماية البساتين والسهول من الـرياح عن طـريق إنشاء كـاسرات للريـاح وستائر واقية.

إن **كاسر الريـح أو حاجـز الريـح** windbreak هو تشجـير وقائي يُنشـأ حول بستان أو مساحة زراعية صغيرة، ويكون مؤلفاً من صف أو صفين من الأشجـار أو الشجـيرات أو من نبـاتـات حـوليـة (ذرة صفـراء مثـلاً). أمـا **الستـار الـواقي** shelterbelt فهو تشجير وقائي يقام لحماية مساحات كبيرة، ويكون مؤلفـاً عادة من عدة صفوف من الأشجار والشجيرات.

سنستعمل كلمة «واقي» للدلالة على كاسر الريح أو الستار الواقي على حد سـواء في نطاق هذا البحث.

2 ـ تأثيرات كاسرات الرياح والستائر الواقية

إن لكاسرات الرياح والستائر الواقية فائدة أساسية وأكيدة هي حماية التـربة من الانجراف. إلّا أنه، بشكل عام، لا يُنشـأ هذا النـوع من التشجير الـوقائي لحمـاية التربة من الانجـراف فقط، وإنما أيضـاً لتصحيح الشروط البيئيـة ولتحسين المنـاخ المـوضعي، وذلك بهـدف زيادة مـردود المحاصيـل. ولـذلـك من الضروري أن نقـوم بدراسة كل التأثيرات التي يمكن أن تنتج من تأسيس كاسر الـريح أو ستـار واق في منطقة معيّنة سواء بالنسبة إلى الشروط المناخية أو الأرضية، أو بـالنسبة إلى مـردود المحاصيل المزروعة في تلك المنطقة.

أ ـ التأثيرات الحسنة

1 ـ أثبت كثير من الباحثين (Kreutz & Walter. 1938, Woodruft & Zing. 1953) أن لهـذا النوع من التشجـير الوقـائي فوائـد هامـة وأكيدة في وقـاية الأتـربـة من الانجراف الريحي وخاصة إذا كانت الواقيات نفوذة ولا تولّد اضطراباً في التيـارات الهوائية.

2 ـ تخفف الواقيات من الأخطار الناتجة من التأثير الميكانيكي للريح.

3 ـ تسمح بزيادة مدّخرات التربة بالماء عن طريق خفض التبخّر من التربة.

4 ـ تسمح بتخفيض الجريان السطحي للمياه.

5 ـ تسبب الواقيات بشكل عام زيـادة في مردود المحـاصيل المـزروعة في المنطقـة

المحمية، إلاّ أن هذه الزيادة تتعلق بتأثير كاسر الريح أو الستار الواقي في قيمة **التبخر الكلي*** علماً بأن هذا التأثير يختلف تماماً بين المناطق الرطبة أو شبه الرطبة أو المناطق الجافة:

ـ في المناطق الرطبة وشبه الرطبة يقوم هذا النوع من التشجير الوقائي بتخفيض قيمة **التبخر الكلي الكامن** evapotranspiration أو ETp. يؤدي هذا الانخفاض في قيمة الـ ETp بدوره إلى زيادة مردود المحاصيل نظراً للاقتصاد الضائع ووضعه بتصرف المحاصيل. **لذلك ينصح بإقامة كاسرات الرياح والستائر الواقية في مثل هذه المناطق الرطبة ونصف الرطبة.**

ـ إن تأثير الواقي (إذا كان نفوذاً) في التبخر يصل حتى مساحة تعادل ارتفاعه 30 مرة، (Goyot, 1963).

ـ أما في المناطق الجافة فإن الحالة مختلفة بحيث يؤدي هذا النوع من التشجير الوقائي إلى زيادة قيمة التبخر نتح الكامن أو ETp وهذه بدورها تؤدي إلى خفض مردود المحاصيل نظراً لزيادة ضياع الماء عن طريق التبخر.

والحقيقة أن المناطق الجافة تقوم بدور منبع حار بالنسبة للمناطق المجاورة، مما يسبب ضياعاً في الحرارة من المناطق الجافة باتجاه المناطق المجاورة. لذلك فإن إنشاء كاسر للريح أو ستار واق من الريح في تلك المناطق الجافة يؤدي إلى الحد من هذا الضياع الجانبي للحرارة، وبالتالي إلى رفع قيمة ETp. وقد أثبت كابورن (Caborn. 1957) أن درجة حرارة الهواء تزيد في المنطقة المحمية بحدود 6° إلى 7°م عنها في المناطق غير المحمية، أي المفتوحة للريح. في مثل هذه الظروف يكون للتشجير الواقي من الريح نتائج سيئة في المحاصيل، ويؤدي إلى خفض المردود. فقد لوحظ مثلاً في شمال افريقيا احتراق أشجار الحمضيات خلف كاسر الريح المؤلف من السرو في المناطق الجافة.

إن ما تقدم يبيّن لنا أنه لا يجوز إنشاء كاسرات رياح أو ستائر واقية في المناطق الجافة لزيادة مردود المحاصيل إلاّ في الأراضي المرويّة فقط، إذ إن الري يسمح للمنطقة المحمية بأن تقوم بدور منبع بارد بالنسبة للأراضي المجاورة مما يسبب جذب الحرارة عن منطقة الستائر أو الكاسرات، وينتج من ذلك انخفاض الحرارة وبالتالي انخفاض قيمة التبخر الكلي الكامن ETp.

(*) التبخر ـ نتح الكامن أو ETp هو الماء الضائع بشكل بخار من قبل غطاء نباتي غزير وهو في أعلى درجة من النمو ومغذى بالماء بشكل وافر (إنه يعبر عن الماء الأعظمي العائد إلى الجو عن طريق النباتات وعن طريق التربة).

في المناطق الجافة وفي شروط الزراعـة المرويـة، يؤدي إنشاء كـاسرات الريـاح إلى زيادة المحصول بشكل ملحوظ. ولهذا فإنـه من المفيد، في مثـل هذه الشروط، تصميم كاسرات الرياح والستائـر الواقيـة منذ بـداية مشـاريع الـري، بحيث تصبح جـزءاً متكاملاً مـع تصميم أقنية الـري والصرف وإنشاء المبـاني. ويفضل الاستفـادة من أقنية الري لإنشاء الواقيات من الرياح، كلما كان ذلك ممكناً.

6 ـ تؤثر كاسرات الرياح والستائر الواقية في خـواص الأتربـة. وقد لاحظ تـايف (Taev, 1932) أن كمية العناصر الغذائية مثل P_2O_5 وNO_3 والدبال تكون قيمتها أقل بالقرب من الأشجار الواقية عنه في المناطق الخاليـة منها، إلاّ أن هـذه الكمية تكـون أكبر على بعد 70 متراً تقريباً من الأشجار بمقدار مرتين إلى ثـلاث مرات. كمـا أثبت سوشوفانوف (Suchoivannof, 1952) أن كمية الأسمدة تزيد بحدود 25% في مراع قـديمة ومحميـة من الريـاح عنه في مـراع غير محميـة، كما أن هـذا التأثـير يظهر بوضوح تام في السنوات الجافة.

وبالإضافـة إلى ذلك، فـإن الأشجار الـواقية تـوقف، في المناطق المعـرضة لـرياح البحر، جزئيات الملح المحمولة بواسطة الريح، وهذا النوع من الحماية يـلاحظ حتى مسافة تعادل *25* **إلى** 30 **مرة** ارتفـاع الأشجار، وبهـذه الطريقـة تساهم الأشجـار الواقية من الريح في خفض نسبة الملوحة في أراضي المناطق القريبة من البحر.

ب ـ التأثيرات السيئة

1 ـ إن الأشجار الواقية يمكن أن تُظَلل جـزءاً من الحقل المحمي وتسبب بـالتالي تأخراً في نمو المحاصيل في الربيع.

2 ـ إن التنافس على المواد الغذائية بين الأشجـار الواقيـة والمحاصيـل المزروعـة يمكن أي يؤدي، بالقرب من الستائر الواقية أو كاسرات الريـاح، إلى خفض المردود. إلاّ أن هذا الانخفاض في المـردود لا يلاحظ إلاّ في شريط ضيق من الحقـل لا يتجاوز نصف ارتفاع الأشجار الـواقية. وللتخفيف من هـذا العيب يمكن إنشاء خنـدق على طول كاسر الريح أو الستار الواقي.

3 ـ في المناطق الرطبة، يسبب ارتفاع رطوبة الجو نتيجة وجود الأشجار الـواقية، تأخيراً في نضج بعض المزروعات وخاصة الحبوب.

4 ـ يمكن أن تصبـح الأشجار الـواقيـة ملجـأ للفطـور أو الحيـوانـات المؤذيـة للمحاصيل، إلاّ أن هذا العيب يمكن مكافحته.

5 ـ إن الأشجار الواقية تحتل جزءاً من الأرض الزراعية.

3 ـ تأثير سرعة الريح في فعالية الستائر الواقية وكاسرات الرياح في منع الانجراف الريحي

إن الستائر الواقية وكاسرات الرياح تحمي الأتربة من الانجراف، إلّا أن فعاليتها في هذه الحالة بشكل عام، وبالنسبة لستائر نصف نفوذة (50% فراغات)، تراوح نسبة تخفيض سرعة الريح من قبل الأشجار الواقية بين 60 و80% بالمنطقة القريبة منها مباشرة من الجهة المحمية، وتخفض هذه النسبة إلى 20% على مسافة تعادل 20 مرة ارتفاع الأشجار، وتصل إلى صفر على مسافة تعادل 30 إلى 40 مرة ارتفاع الأشجار. إن هذه النسب تبقى تقريباً ثابتة مهما كانت سرعة الريح. إلّا أن هذا لا يعني مع ذلك أن درجة الحماية من الانجراف الريحي تبقى واحدة سواء كانت سرعة الريح 70 أو 80 كم في الساعة.

في الأتربة الحساسة جداً للانجراف الريحي يراوح الحد الأدنى من سرعة الريح اللازم لجرف التربة بين 20 و25 كم في الساعة. فإذا كانت سرعة الريح 30 كم/ساعة، فإن انخفاضا في السرعة بحدود 50% سيجعل سرعة الريح في المنطقة المحمية 15 كم/ساعة، مما يؤدي إلى حماية التربة من الانجراف الريحي حماية تامة، أما إذا كانت سرعة الريح 80 كم/ساعة، فإن سرعته ستصل إلى 40 كم/ساعة فقط في نفس الظروف مما يجعل حماية التربة من الانجراف غير كافية.

في المناطق المستجيبة للانجراف الريحي وبالنسبة لبساتين الفاكهة، يجب إنشاء واقيات الرياح بشكل متقارب بحيث لا تزيد المسافة بين الواقي والآخر عن عشرة أضعاف ارتفاعه، وذلك كي تكون الحماية تامة.

أما في المناطق الأخرى وإذا استعملت واقيات نصف نفوذة، فيمكن الاكتفاء بمسافة بين الواقي والآخر تتراوح بين 20 و25 مرة ارتفاع الواقي. بالنسبة لرياح سرعتها من 40 إلى 60 كم/ساعة، ولحماية المراعي يفضل مسافات تراوح بين 500 و1000 متر.

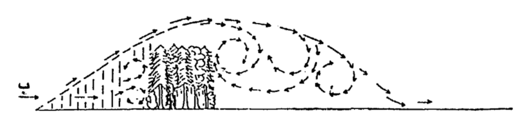
4 ـ شكل وسماكة الواقيات

لاحظ كابورن (Caborn, 1956, 1957) أنه إذا كان للواقي مقطعٌ عرضيٌ مائل باتجاه الريح، فإنه يشجع مرور الريح من فوق الواقي ويخفف بالتالي من تأثيره، ولذلك ينصح بعدم إعطاء الواقيات مثل هذا المقطع. **إن أفضل مقطع يمكن إعطاؤه للواقي هو مقطع بشكل مستطيل.** إن أفضل سماكة يمكن إعطاؤها

للستار الواقي هي من أربعة إلى خمسة صفوف، على أن تكـون جذوع الأشجـار أو الشجيرات مغطاة بالأغصان وبالأوراق حتى الأرض. في حالة الأشجار التي تتعـرى جذوعها من الأسفل، من المفضل زراعة صف من الجنبات من كل جهة من السـاتر. في حالة استعمال أشجار الأوكاليبتوس في إنشـاء الستائـر الواقيـة يمكن عمل دورة لاستثمار أشجار الأوكاليبتوس بحيث تبقى دوماً بعض الصفوف قليلـة الارتفاع كي تستطيع إيقاف الريح بين الجذوع.

بما أنه من الصعب إنشاء الواقيات من الرياح في المناطق الجافة للقيـام بدورهـا الفعال، إلّا بسقايـة الأشجار، ونظـراً لندرة الميـاه في هذه المنـاطق، يفضل التقليـل من عـدد صفوف كـاسرات الريـاح بحيث لا يتجاوز الثـلاثـة. وان صفـاً واحـداً في الكاسرات الثانوية الداخلية للمزرعة هو كافٍ، وكذلك فـإن صفين يعتبـران كافيـين، بالنسبة للكاسرات الرئيسية حول المزرعة.





الشكل العلوي A: جريان الريح في حالة كاسر للريح ذي نفوذية جيدة.
الشكـل السفلي B: جـريان الـريح في حـالة كـاسر للريـح كتيم. لاحظ اضطراب التيارات الهوائية.

شكل (١) (عن Caborn)

تـزرع الأشجار في كـل صف على مسـافـة متـر ونصف ومتـرين بـين الشجـرة والأخرى. والصفوف تنشأ على مسافة مترين بين الصف والآخر.

ملاحظة: لا تستعمل أشجار الأوكاليبتوس لإنشاء كاسرات للرياح لحماية بساتين صغيرة نظراً لشدة منافستها للمحاصيل المزروعة.

5 ـ طريقة إنشاء كاسرات الرياح والستائر الوقائية

أ ـ تنشأ كاسرات الرياح والستائر الوقائية باتجاه عمودي على الرياح الضارة بالنسبة للمزروعات. ومن الجدير بالملاحظة أنه يجب التمييز بين الرياح السائدة والرياح الضارة. فهناك بعض الرياح التي يمكن أن تهب خلال فترة قصيرة من الزمن وفي مرحلة حرجة من نمو النبات؛ إن مثل هذه الرياح، بالرغم من قصر مدة هبوبها، تعتبر ضارة بالمزروعات. لذلك يجب إنشاء كاسرات الرياح لحماية المزروعات من هذه الرياح الضارة.

ب ـ إن الهدف الرئيسي من كاسرات الرياح والستائر الوقائية هو التخفيف من حدة الريح وليس صده. ولذلك من الضروري تصميم هذه الكاسرات والستائر بشكل يخفف من حدة الرياح ويسمح بنفوذ جزء منها (حوالي 40 ـ 50%). أما إذا كانت كتيمة فإنها تؤدي إلى نتيجة سيئة في الجهة المعاكسة والمواجهة للريح نتيجة اضطراب التيارات الهوائية كما هو ظاهر في الشكل (1).

ويمكن التوصل إلى إنشاء واقيات من الرياح بحيث تكون نفوذة، عن طريق:

ـ انتقاء الأنواع الشجرية التي يسمح تشابك أغصانها بترك فراغات تساعد على مرور جزء من الرياح بعد أن تكون خفّت حِدّتها.

ـ انتقاء المسافة بين الأشجار بحيث تسمح بنموٍّ جيد للأشجار دون أن تكون شديدة الكثافة.

فبالنسبة لانتقاء الأنواع فإنه يجب على سبيل المثال، استبعاد السرو الدائم الخضرة العمودي *Cupressus sempervirens pyramidalis* لكون أغصانه متراصة ومتجهة نحو الأعلى. وإن زراعة الأشجار قرب بعضها البعض تشكل حاجزاً كتيماً إذا كانت الأشجار متقاربة، أو تترك فراغات كبيرة تسمح بدخول الريح بقوة إذا زرعت الأشجار متباعدة. بينما يُفضل استعمال السرو الدائم الخضرة الأفقي *Cupressus sempervirens horizontalis* أو السرو العطري *Cupressus macrocarpa*، أو السرو الفضي (الأفقي الأغصان) *Eupressus arizonica* إذا أريد استعمال الأنواع التابعة لجنس السرو في إنشاء كاسرات الرياح.

6 ـ الأنواع التي يمكن استعمالها في المناطق الجافة وشبه الجافة

أ ـ إن الأنواع المستعملة في إنشاء الواقيات من الرياح يجب أن تتمتع ببعض الخصائص بحيث تكون:

ـ متكيفة مع الشروط المناخية السائدة في المنطقة، لاسيما من حيث درجات الحرارة المتطرفة الصغرى والعظمى وشدة الرياح وطبيعتها.

- متكيفة مع خصائص التربة، لاسيما من حيث تحمل الكلس والملوحة.
- سريعة النمو نسبياً.
- ذات ارتفاع كاف.
- كثيفة المجموع الورقي نسبياً.
- منافستها قليلة للمحاصيل التي تحميها عن طريق مجموعها الجذري.
- مقاومة للرياح.
- ذات فائدة اقتصادية للخشب أو للعلف.
- مستديمة الأوراق، أو مورقة على الأقل في الفترة التي تتطلب الوقاية من الرياح.

في معظم الأحيان يكون من الصعب إيجاد نوع واحد يحقق جميع هذه الخصائص في كل الظروف البيئية. لذلك يستعمل نوعان أو أكثر عند الضرورة، لاسيما بالنسبة للستائر الواقية التي يتم إنشاؤها في عدة صفوف لحماية مساحات كبيرة.

ب - دلّت التجارب والملاحظات في العديد من المناطق الجافة وشبه الجافة على وجود عدد من الأنواع الحراجية الشجرية والشجيرية التي يمكن استعمالها في إنشاء كاسرات الرياح والستائر الواقية تبعاً **لخصائص التربة والعوامل المناخية، لاسيما الأمطار ودرجات الحرارة المتطرفة (الصغرى بشكل خاص) ورياح البحر المالحة.**

وفيما يلي بعض الأنواع التي يمكن استعمالها في إنشاء الواقيات من الرياح:

في المناطق الجافة وشبه الجافة المتوسطية

Casuarina eunninghamiana, Casuarina equisetifolia, Cupressus arizonica, Cupressus sempervirens var. *horizontalis, Eleagnus angustifolia, Opuntia Fieus-indica, Parkinsonia aculeata, Pinus brutia, Pinus halepensis, Tamarix aphylla (= T. articulata), Tamarix Stricta.*

في المناطق الجافة وشبه الجافة المدارية

Acacia albida, Acacia arabica, Acacia mollissima, Acacia nilotica, Azadirachta indica, Conocarpus lancifolius, Parkinsonia aculeata, Prasopis chiliensis, Tamarix aphylla (= T. articulata), Tamarix stricta, Tamarix nilotica, Terminalis catalpa, Zizyphus jujuba.

من أنواع الأوكاليبتوس Eucalyptus التي يمكن استعمالها في إنشاء الستائر الواقية لحماية مساحات كبيرة في المنطقتين (المتوسطية والمدارية) السابقتين، **وتبعاً**

لدرجات الحرارة الصغرى ونوع التربة، نذكر ما يلي:

Eucalyptus camaldulensis, E. brockwayci, E. melliodora, E. microtheca, E. occidentalis, E. Salmonophloia.

في بعض الأنواع مثل أشجار الكازوارينا *Casuarina* sp. والأوكاليبتوس *Eucalyptus* sp.، يتعرى القسم السفلي من الجذع بسرعة، لذا فإنه لا يمكن استخدامها لوحدها لإنشاء الواقي من الرياح، ولا بد من اللجوء إلى صف من الشجيرات لتغطية هذا القسم ويزرع من الجهة الخارجية كصفٍ أول.

أما بالنسبة للأشجار الأخرى مثل السرو الدائم الخضرة الأفقي *Cupressus sempervirens* var. *horizontalis*. والسرو الفضي (سرو أريزونا) *(Cupressus arizonica)* التي لا تتعرى جذوعها في الأسفل، فإنه يمكن استعمالها لوحدها، بحيث تؤمن حاجزاً جيداً.

ملاحظة هامة

ــ نظراً لاتساع امتداد جذور الأوكاليبتوس لاسيما *E. Camaldulensis* ومنافستها للمحاصيل المراد حمايتها من الرياح، يفضل عدم اللجوء إلى هذه الأشجار لإنشاء كاسرات رياح لحماية البساتين الصغيرة، والاكتفاء باللجوء إليها فقط لإنشاء ستائر واقية لحماية مساحات كبيرة من الانجراف الريحي أو لحماية مبان أو لإنشاء مظلات للحيوانات.

وإذا تم استعمال أشجار الأوكاليبتوس لسبب من الأسباب، فإنه من الممكن التخفيف من منافستها للمحاصيل المجاورة عن طريق تقليم جذورها بفتح خندق بالقرب من كاسر الريح وموازٍ له.

ــ إذا استعلمت عدة صفوف لإنشاء الواقيات من الرياح، وعند الرغبة في الاستفادة من الأشجار للخشب، فإنه من الضروري عمل دورة لقطع الأشجار بحيث يبقى باستمرار بعض الصفوف قائماً لتأمين الوقاية المستمرة.

7 ـ تهيئة التربة

إن عملية تهيئة التربة عملية ذات أهمية بالغة لإنشاء كاسرات الرياح والستائر الواقية، إذ إنه يجب توفير جميع الشروط المثالية لنمو الأشجار. لذا فإنه من الضروري حراثة التربة على عمق 40 إلى 60 سم في كل المساحة المخصصة لإنشاء الواقي من الرياح. كما يجب كسر الآفاق القاسية العميقة بإجراء حراثات عميقة إذا تطلب الأمر ذلك. يتم بعد ذلك إقامة حفر ميكانيكياً أو يدوياً وعلى مسافات ترتبط بطبيعة الأنواع المستعملة ونوع الواقي المراد إنشاؤه.

8 ـ الري والعناية بعد الإنشاء

أ ـ إن مـواعيد الـري وكمية الميـاه وعدد السقـايات تـرتبط بالأنـواع المستعملة وبالعوامل المناخية وبالتربة.

بالنسبة **للأنواع المتطلبة للماء**، فإنه من الضروري تأمين السقاية الـلازمة عـلى الأقـل مرة في الأسبـوع أو في الأسبوعـين خلال الفتـرة الأولى من الغـرس. ومن ثم يمكن تخفيض عـدد السقايـات تبعاً لشـدة الجفـاف وامتـداد جـذور الأشجـار إلى الأعماق.

ومما يساعد على تخفيف عدد السقايات وعدد سنوات السقايـة، هو وجـود طبقة مائية قريبة من سطح التربة تستطيع جذور الأشجار الاستفادة منها. في هذه الحالة يمكن إيقاف الري بعد سنتين أو ثلاث عندما تبتدىء الغراس الفتية الاستفـادة من الطبقة المائية الأرضية.

بالنسبة **للأنواع الجفافية**، فإن احتياجها للماء هو أقل بكثير.

ب ـ يجب الاعتناء بالأشجار بشكل جيـد بعد غـرسها، لاسيمـا خلال السنـوات الثلاث الأُول، كإجراء عمليات العزيق والري وحراثة التربة بالشكل المناسب، وكذلك مكافحة الآفات التي يمكن أن تصيب الأشجار.

ج ـ إذا لـوحظ بعد الـزراعة أن الـواقي من الريـاح شديـد الكثافـة، يُلجأ إلى تفريده للوصول إلى النفوذية المرغوبة.

5.3.6 ـ تثبيت الرمال المتحركة

أ ـ عموميات

ـ إن الرمال المتحركة تكون عادة عارية أي غير مستغَلة، كمـا أنها تشكـل خطراً على الأراضي الخصبة المجاورة لها وعلى القرى والطرقات والسكك الحديـدة وغيرهـا من المشاريع في المنطقة المجاورة.

تنشأ الرمال المتحركة إما على شواطىء البحار وتسمى عندئذ الرمـال الساحليـة أو الكثبان الرملية الساحلية أو في المناطق الداخلية نتيجة تآكل الصخور في المنـاطق الجافة أو نتيجة تدهـور الغطاء النبـاتي في المناطق الجـافة وشبـه الجافـة، وتسمّى الكثبان الرملية القارية.

· عندما يـراد تثبيت الرمـال المتحركـة يجب إجراء دراســات تفصيلية عن المـوقع لاسيما فيما يتعلق بتركيب الرمل وسرعة الرياح وتـرددها واتجـاهها وكميـة الأمطار

السنـوية وتـوزيعها عـلى الفصول ودرجـات الحرارة الصغـرى والعظمى والرطـوبة الجوية وعمق الطبقة المائية الأرضية ونوعية الماء، لاسيما من حيث درجة ملوحته.

ـ إن تحركات الـرمال تكـون كبيرة وواضحـة تمامـاً عندمـا تكون الـرياح قـوية وجافة، وقد لوحظ أن انتقال الرمال يحدث بصورة رئيسية في فترات هبوب الرياح في الفصول الجافة. إن المبدأ الأساسي الذي يستند إليه تثبيت الرمال المتحركة هو منع الرمال من الانتقال خلال فترة طويلـة من الزمن كي تصبـح الظروف مـلائمة للنبت الطبيعي أن يحتل الموقع، أو لإدخال نبت اصطناعي عن طريق التشجير.

لا يمكن للنبت الطبيعي أن يحتل الرمـال إلاّ إذا كانت هـذه الرمـال ثابتـة وكان يوجد في المنطقة المجاورة نباتات كافية لإنتاج البذور، هذا بالإضـافة إلى أن احتـلال النبت الطبيعي للرمال يأخذ وقتاً طويلاً. ولذلـك فإنـه من الضروري مساعـدة النبت الطبيعي بأعمال اصطناعية تهدف إلى إدخال أصنـاف مقاومـة للريـاح بعد القيـام بإيقاف حركة الرمال.

ـ ومن الجديـر بـالذكـر أنه من الصعب تعميم الطـرق المتبعة في تثبيت الكثبـان الرملية بشكل مطلق دون الأخذ بـالحسبان المنطقـة الجغرافيـة والعوامـل المناخيـة وطبيعة الرمال في الكثبان التي يراد تثبيتها.

إلاّ أنه توجد مع ذلك أمور مشتركة متعلقة بالكثبان الرملية المتحركة كوسط بيئي خاص، تسمح بإجراء عرض عام لتثبيت الكثبان الرمليـة، مع الأخـذ بعين الإعتبـار الخصائص الموقعية لكل حالة منه الحالات.

ب ـ شروط النمو في الكثبان الرملية

يرتبط نمو الأشجار المزروعة في الكثبان الرملية بعدة عوامل أهمها:

1 ـ نسبة الغضار (الطين)

تشكل الرمـال الحاويـة على نسبـة من الغضار تجـاوز 2%، وسطاً خصبـاً لنمو الأشجار المزروعة في الكثبان الرملية. أما الرمال التي تحتوي على نسبة أقل من 1% من الغضار، فإنها تحتاج إلى مخصبات لنمو الاشجار.

وبشكل اعتيادي، فإن الكثبان الـرملية المثبتـة تكون أغنى بـالغضار، لاسيمـا في الآفاق العميقة، من الكثبان غير المثبتة أو التي تكون في بداية تثبيتها.

2 ـ طبيعة الآفاق العميقة

ـ في معظم الأحيان، تغطي الرمـال أراضي سابقـة وبسماكـات مختلفة. لـذا فإن

حسنــة نمو الغــراس المزروعــة ترتبط بشكـل مباشر بطبيعــة هــذه الأراضي ودرجــة احتوائها على العناصر الغذائية واحتفاظها بالماء ووضعه تحت تصرف الأشجار. فإذا كانت الطبقات تحت الرملية صخرية كلسية قاسية أو صخرية بازلتية قاسية، (وهي طبقات لا تساهم بشيء يذكر في تغذية الأشجار)، يلاحظ أن الجذور تتركـز في الطبقة الرملية. في هذه الحالة تكون سرعة النمو مرتبطة بسمــاكة الطبقــة الرمليــة وبدرجــة خصوبتها. أما إذا كانت الطبقات تحت الرملية مؤلفة من أتــربة جيــدة الخصوبــة، وكــانت الطبقة الــرملية قليلــة السماكــة، فإن الكثبــان تشكل وسطــاً مــلائمــاً لنمــو الأشجار، لأن جذور الأشجار تستطيع الوصول إلى طبقــة التربــة السفلى للحصــول على الماء والعناصر المعدنية.

إن سهولة مرور مياه الأمطار عبر الطبقة الرملية لتتخزن فوق طبقة التربة السفلى وداخلهــا، بالإضــافة إلى قلــة ضياع الميــاه الأرضية عن طــريق التبخر من الــوسط الرملي، تساهم في تحسين الميــزان المائي للكثبــان الرمليــة في هذه الظــروف. ولذلــك أهمية بالغة في تأمين نجاح تشجير الكثبان الرملية في المناطق الجافة وشبه الجافة.

ـ قد تغطي الرمال سهولاً لِحفيّة مشبعة أتربتها بالمياه العــذبة أو المــالحة. فــإذا كانت الطبقة المائية مالحة وقــريبة من السطــح، فإنهــا تسبب أذى كبيراً لــلأشجار. ومن الضروري أخذ ذلك بــالحسبان عنــد إجراء الــدراسات الأوليــة لتثبيت الكثبان الرملية. أما إذا كانت الطبقــة المائيــة عذبــة متوسطــة العمق بحيث تستطيع جــذور الأشجار الوصول إليها، فإنها في هذه الحالة تشكل عــاملاً هــاماً من عــوامل نجــاح التشجير في المناطق الجافة.

ج ـ الطريقة التقليدية في تثبيت الرمال المتحركة

تمر عملية التثبيت وَفق هذه الطريقة بمرحلتين أساسيتين:

1 ـ التثبيت الميكانيكي mechanical fixation.

2 ـ التثبيت الحيوي (التثبيت بواسطة النباتات) biological fixation.

1 ـ التثبيت الميكانيكي

تهدف هذه العملية إلى منع حركة الرمال وتقدُّم الكثبان الــرملية بــاتجاه المــواقع المراد حمايتها، وهي عملية مؤقتــة ومرحليــة تتبعها عمليــة التثبيت الحيويــة. تعتمد هذه العملية أساساً على التخفيف من سرعة الرياح فوق سطح الرمال إلى الحد الذي لا تستطيــع فيه تحــريك الــرمــال. كــذلــك تفيــد في خلق **بيئــة جــديــدة ومحليــة** microclimat تشجــع على تكــاثر ونمــو النبت الطبيعي من جهة، وتســاعد من جهــة

أخرى على نمو النباتات المثبتة عن طريق تخفيض التبخُّر الكلي ومنع الأثر الضار لحركة الرياح في **تكشف الجذور** layingbare the roots؛ وهذه الظاهرة تحدث غالباً للنباتات التي تغزو الرمال فتمنع نموَّها وتطوُّرها.

تختلف طرق التثبيت الميكانيكية وفقاً لعوامل متعددة منها:

- شكل الكثبان وطرق حركتها.
- الهدف المراد حمايته من خطر زحف الرمال.
- سرعة الرياح واتجاهها.
- الخصائص الفيزيائية والبيئية للكثبان الرملية.

أما أهم الطرق المستخدمة فهي:

أ ـ إقامة حواجز الإيقاف stop polisades، وهي عبارة عن حواجز تعمل عمل كاسرات رياح صناعية، وهي قليلة الارتفاع حيث لا يزيد ارتفاعها عن متر واحد، وتنشأ بشكل متعامد مع اتجاه الريح السائد. تستخدم غالباً عندما تكون حركة الرمال من ناحية واحدة تحت تأثير اتجاه وحيد للريح.

تصنع الحواجز من مواد مختلفة حسب توفُّرها في المنطقة وأسعارها، نذكر منها:

1 ـ ألواحاً من **الألياف الإسمنتية الليفية (أميانتية)** وهي تشبه الألواح المستخدمة في سقوف المنازل والمخازن ولكنها مثقبة لمنع استخدامها لأغراض خاصة من قبل السكان أي لمنع السرقة والتخريب، وكذلك تفيد هذه الثقوب في رفع الألواح عند تراكم الرمال خلف الحواجز إلى ارتفاع 60-70 سم.

استخدمت هذه الألواح بكثرة في كثير من الدول وبخاصة في تونس، ولكن بنتيجة الخبرة تبيَّن أن استخدام مثل هذه المواد غير مُجدٍ لأسباب عديدة منها: (عن رحمة، 1982):

- غلاء ثمنها وخاصة إذا استخدمت على شكل حواجز تربيعية.
- قابليتها للكسر.
- قابليتها للوقوع تحت تأثير الرياح الشديدة وهي ترفع من الحرارة المحلية، إذا استخدمت على مسافات صغيرة مما يؤثر في نمو النبات.

2 ـ **حواجز نباتية** plan palisades : تستخدم هذه الحواجز نباتات محلية يمكن أن تشكل حواجز قليلة الإرتفاع (80-100 سم) بتشابكها، إذا كانت الأغصان أو الأجزاء النباتية طويلة ومرنة، أي إذا استخدمت بعد القطع مباشرة، مثل أوراق النخيل التي هي من أفضل المواد النباتية لهذا الغرض. وقد يصار إلى تثبيت

الأجزاء النباتية على أسلاك مثبتة على أوتاد خشبية (أو) اسمنتية، يبعد الواحد منها عن الآخر مسافة 2-3 م، ويصل بينها ثلاثة أو خمسة صفوف من الأسلاك. في هـذه الحالة، يمكن استخدام أغصان بعض الأشجار والشجيرات المتوفرة في المنطقـة مثل أغصان الحور *Populus* sp. والأوكاليبتوس *Eucaluptus* sp. والرتم *Retama* sp.

3 ـ حواجز من براميل مستهلكـة يُصفّ بعضها إلى جـانب بعض أو تترك بينهـا فراغات مناسبة.

تستخدم طريقـة حواجـز الإيقاف **لـوقف حركـة الرمـال** باتجـاه المنطقة المـراد حمايتها حيث تحجز الرمال أمامها وتمنع وصول الرمال إلى المنطقة المـراد حمايتهـا. لا يمكن استخدام هذه الطريقة في تثبيت الكثبان الرملية، بل تستخـدم فقط في وقف زحف الرمال السطحية التي تتحرك تحت تأثير الرياح وتمنع من تراكمها في المواقـع المراد حمايتها، لذلك سُمّيت بحواجز الإيقاف، أي أنها تستعمل بهدف إيقاف تـزويد الموقع أو الكثبان المهدِّدة للموقع بالرمال من مناطق بعيدة.

إن مثل هذه الحـواجز، رغم أنهـا تحمي من تراكم الـرمال، إلاّ أنهـا تؤدي بحد ذاتها إلى تشكُّل **تلال رملية** خلف الحواجز وأمـامها، تـزداد ارتفاعـاً مع الأيـام أي أنها تؤلف كثباناً اصطناعية قد تشكل خطراً في المستقبـل على المـوقع الـذي تحميه الحواجز، لأن **تخرّب** الحواجز نتيجة الكسر أو الحريق، يؤدي إلى زحف الرّمـال من جديد وبكميـة أكبر من السـابق. ولقد أدّت التجـربة إلى إيجـاد حل آخـر لحواجـز الإيقاف وخاصة في حماية الطرق العامة والمنشآت أمام زحف الرمال، التي تمثـل في الحواجز ـ الشرائطية.

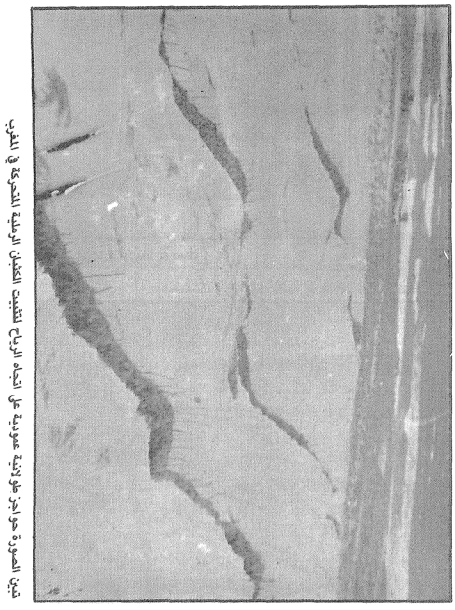
4 ـ **الحـواجز الشرائطيـة**: band palisades هي طـريقـة محسَّنـة لحـواجـز الإيقـاف، وهي عبارة عن شريط من مجمـوعة حـواجز متعـامدة تسمى **تـربيعات** . يفضل أن تكون من مواد نباتية محلية.

من ميزات هذه الطريقة:

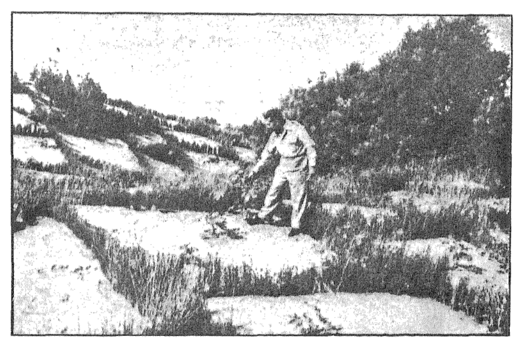
منع زحف الرمال من اتجاهات مختلفة، أي أنـه يمكن تطبيق هذه الطـريقة عنـد وجود عدة اتجاهات للرياح السائدة، بحيث يكون إيقاف حركة الرمال مؤكَّداً.

حصر الرمال ضمن هذه الحواجز ومنعها من الحـركة، ثم زيـادة فرص زراعتهـا مستقبلاً بعد خزنها للأمطار وتحسن الظروف المائية للتربة لوجود طبقة رملية تكوّنت بعد عملية الإيقـاف. إن هذه الطبقـة الرمليـة تلعب دوراً هامـاً في تحسين الظـروف المحلية لنمو الأشجار الحراجية المستخدمة في عمليات التشجير والتثبيت الحيوي.

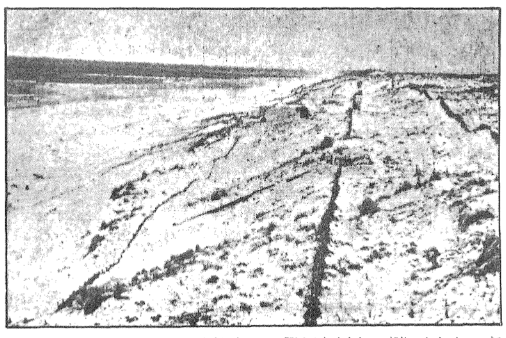
إن تصالب الحواجز في هذه الطريقة يفيد في تدعيمها ومنع وقوعها وتخرّبها تحت



تبين الصورة حواجز طولانية عمودية على اتجاه الرياح لتثبيت الكثبان الرملية المتحركة في المغرب



كثبان رملية في ليبيا باستخدام طريقة المربعات



كثيب رملي في طور التثبيت في فرنسا (منطقة بورن) باستخدام احــزمة طولانية وزراعة ***Ammophila arenaria***

تأثير العـواصف كما يحـدث للحواجـز ذات الصف الواحـد. تختلف المسافـات بين الحواجز ـ المتصالبة حسب سرعة الرياح وميل الأرض وارتفاع الحاجز.

يجب أن تكـون المسافـات مدروسـة جيداً. إن أفضـل مسافـة هي 10م في أرض مستوية ورياح متوسطة الشدة وارتفاع الحاجز متـر واحد. أما عرض الشريط فهو يختلف أيضـاً تبعاً للعـوامل نفسها، ويمكن استخدام شريط واحـد بعـرض50م أي بعرض ستة حواجز متصالبة بمـا يعادل 5 صفـوف من التربيعـات عرض كـل منها 10م.

إن هذه الطريقة مرنة إذ إنها تسمح بزيادة عدد الحواجز ضمن الشريط بـاتجاه معاكس للرياح عند زيادة تراكم الرمال ضمن الحـواجز مـع تقدم الـزمن. وهذا من أهم خصائص هذه الطريقة، لأنه يمكن البدء بأقل التكاليف الممكنة لأحسن فـاعلية، ثم يمكن زيـادة عرض الشريط مـع نسبة زيـادة التراكم في المستقبـل أو انخفـاض فاعلية الحواجز لقلة عددها.

ب ـ **إقامة التـربيعات**: ذكـرنا أن الحـواجز الشرائطيـة هي عبارة عن حـواجز متقاربة ومتعامدة، تعطى هذه الحواجز شكل مـربعات صغـيرة، أو يفضّل أن تـأخذ شكلاً **معيّناً** rhombic أو شكلاً متوازي المستطيلات.

تستخدم المواد النباتية عادة لإقامة مثل هذه التربيعـات كما ذكـرنا في الحـواجز النباتية، أما أبعاد التربيعات فتختلف حسب الميل وارتفاع الحاجز وسرعـة الريـاح. إن المسـافة المثـالية هي 8-10م إذا استخـدمت أوراق النخيل (سعف النخيـل) على أسـاس ارتفـاع الحـاجـز 80-100 سم، أو 5 م إذا استخـدم أحـد النـوعـين: *Aristida pungens* أو *Retama raetam* (الرتم). يجب أن لا يزيـد ارتفاع الحـاجز عن 50 سم، أي أن كل تربيع يجب أن يغطي مساحة 25م. بشكل عام تكون المسافة عشرة أضعاف ارتفاع الحاجز. تستخدم هذه الطريقة فقط في تغطية الكثبان الرملية العالية لمنعها من الحركة وخاصـة عند تشكُّل جبهة رمليـة متاخمـة للمواقـع المراد حمايتها. إن هذه التربيعات تمنع أية حركة للرمال وتوقف تأثيرهـا الضار، كمـا أنها تحسن من الظـروف البيئية لتـلائم نمو النبت الطبيعي، لأن مثـل هـذه التـربيعـات تسمح بعد موسم الأمطار بغزو الكثبان من قبل النبت الطبيعي.

ج ـ **التثبيت بواسطة مشتقات النفط والمواد الكيميـائية**: تستعمـل مشتقات النفط الساخن (45 درجة مئوية) **عاملاً مؤقتـاً** لتثبيت الرمـال لغايـة نمو الأشجـار والشجـيرات المغروسـة، برشّـة تحت ضغط معيّن (100 إلى 120 رطـلاً في البـوصـة المربعة) فيتوزع بشكل رذاذ على سطح الـرمال مشكـلاً طبقة رقيقـة سوداء منفـذة نسبياً تلتصق تماماً بالطبقة السطحية للرمال، وتمنع انتقال حبات الرمال تحت تأثير

الرياح. يجري في هذه الطريقة تغطية سطح الرمال بشكل تام تقريباً، ولذلك تكون الحماية تامة.

وقد لوحظ في ليبيا أن طريقة التثبيت هذه ناجحة فقط في الكثبان الرملية القارية وغير فعّالة في الكثبان الرملية الساحلية.

يجري تجربة مواد كيميائية ولبن المطاط لتثبيت الرمال المتحركة، إلّا أنه من المبكر جداً تعميم استعمالها.

انتشرت طريقة التثبيت بمشتقات النفط بشكل خاص في البلاد الغنية بالنفط، مثل ليبيا والمملكة العربية السعودية وايران.

(راجع الفصل السابع: الوسائل المتبعة في مكافحة التصحّر في الجماهيرية العربية الليبية الاشتراكية الشعبية).

د ـ التثبيت بواسطة النباتات (التثبيت الحيوي): بعد إيقاف حركة الرمال يجري تشجير الكثبان الرملية باستعمال أشجار أو شجيرات تستطيع التكيّف مع بيئة هذه الكثبان، ونظراً لتنوع الخصائص البيئية المميزة للكثبان الرملية عامة، ولاسيما منه حيث:

ـ وجودها قرب البحار وتأثرها برياح البحر المالحة، أو بُعدها عن البحار في داخل القارات.

ـ اختلاف درجات الحرارة اليومية والفصلية ودرجات الحرارة العظمى والصغرى.

ـ اختلاف الرطوبة الجوية.

ـ تغيرات خصائص التربة، لاسيما من حيث نسبة الغضار، وسماكة الرمل وطبيعة الطبقات تحت التربة، وخصائص الطبقة المائية الأرضية

ـ طبيعة الرياح ودرجة حرارتها وجفافها.

فإنه يتم انتقاء الأنواع تبعاً للخصائص البيئية السابقة الذكر.

إن التجارب العديدة التي أُجريت في العديد من البلاد وفي ظروف بيئية متنوعة، سمحت بانتخاب عدد من الأنواع الملائمة لتشجير الكثبان الرملية.

بالنسبة للكثبان الرملية الشاطئية، استعملت الأنواع التالية حسب احتياجاتها المطرية:

Acacia cyanophylla (= A. saligna), Acacia cuclops, Acacia tortilis, Eucalyptus gomphocephala, Pinus canariensis, Pinus pinaster, Pinus pinea,

Ricinus communis, Saecharum aegyptiacum, Tamarix articulata (= T. aphylla), Opuntia ficus - indica var issermis.

بالنسبة للكثبان الرملية القارية، استعملت الأنواع التالية حسب احتياجاتها المطرية ودرجة تحملها للبرد وللوحة التربة:

Acecia cyanophylla (= A. saligna), Acacia cyclops, Atriplex halimus, Calligonum commosum, Calligonum arich, Calligonum azel, Eleagnus angustifolia, Haloxylon persicum , Retama raetam, Prosopis Juliflora, Opuntia ficus-indica, Tamarix articulata (= T.aphylla).

وهناك بعض أنواع الأوكاليبتوس الجفافية التي يمكن الاستفادة منها في تثبيت الكثبان الرملية مثل:

Eucalyptus astringens, E. dundasi, E. brockuagi, E. melliodora, E. Salmonophloia, E. Salubris, E. occidentalis, E. Sideroxylon.

من الجدير ذكره أن بعض أنواع الأوكاليبتوس المستعملة في تشجير الكثبان الرملية مثل *E. Gomphacephala* و*E. Camaldulensis* التي تمتد جذورها إلى مسافات بعيدة في التربة، يمكن أن تسبب انخفاض مستوى الطبقة المائية الأرضية إذا كانت مزروعة بكثرة وعلى مساحات كبيرة. في هذه الظروف يكون من الضروري تلافي استخدام هذه الأنواع بكثرة واستبدالها بأنواع قليلة الاستهلاك للماء، مثل الطرفاء والأكاسيا وأنواع الأوكاليبتوس الجفافية.

ملاحظة هامة:

إن الغراس المستعملة لتثبيت الكثبان الرملية يجب أن تكون بطول حوالي المتر، كما يجب زرعها على عمق يراوح بين 40 و60 سم، وذلك لتمكينها في الأرض وإيصال الجذور إلى المنطقة الرطبة.

هـ ـ الطريقة المباشرة في تثبيت الرمال: إن الطريقة السابقة المعروفة بالطريقة التقليدية، والتي تهدف إلى إيقاف الرمال بطرق ميكانيكية قبل القيام بإدخال النباتات، هي مكلفة.

إن الطريقة المباشرة تستغني عن الطرق الميكانيكية وتعتمد على استعمال غراس طويلة (80 سم إلى 120 سم) وزرعها على عمق 40 إلى 60 سم وترك 40 سم فوق السطح، وقد اعطى النوع *Acacia Cyanophylla* نتائج حسنة في تثبيت الكثبان الرملية الشاطئية السورية بالطريقة المباشرة.

و ـ حماية المشاجر: بعد إنشاء المشاجر يصبح من الضروري حمايتها من الرعي ومن الحرائق ومن تعديات الأهالي.

إن مشاجر الكثبان الرملية حساسة جداً للحرائق نظراً للتجفيف السريع الذي يصيب البقايا النباتية المتراكمة فوق سطح التربة؛ لذا يتوجب أخذ جميع الاحتياطات اللازمة منذ البداية لحمايتها من الحرائق، كإنشاء «خطوط مضادة للحريق» بعرض عشرة أمتار تحيط بمساحات مشجرة بحدود عشرين هكتاراً.

إن هذه الحماية من الحرائق ذات أهمية بالغة في المناطق المشجرة بالصنوبريات السريعة الاشتعال، أما الأشجار ذات الأوراق العريضة فهي أقل حساسية للحرائق من الصنوبريات.

يجب حماية المشاجر من الرعي لاسيما في بداية عمرها. إلّا أنه بعد أن يتم تثبيت الكثبان الرملية بواسطة الأشجار بشكل جيد، يمكن السماح للرعي شرط أن يراقب بشكل تام.

ي ـ الرَّيّ: في المناطق الجافة وشبه الجافة تحتاج الغراس المزروعة في الكثبان الرملية إلى الري قبل أن يتكون المجموع الجذري بشكل يسمح لها بأن تستفيد من المياه في الآفاق العميقة من الكثبان الرملية. يجب أن تتم السقاية في الأتربة الرملية العميقة بشكل ريات قليلة ولكن غزيرة، كي تصل المياه إلى الأعماق بدلاً من أن تتم بشكل ريات متكررة وبكمية قليلة من المياه، لاسيما إذا تم استعمال غراس طويلة وزرعت بشكل عميق في الرمل.

إن الكمية التي يمكن استخدامها في كل سقاية تتراوح بين 15 و20 ليتراً، ويفضل تغطية السطح برملٍ جاف بعد الري للتخفيف من التبخر.

6.3.6 ـ زيادة وفرة المياه في المناطق الجافة وشبه الجافة

تعرفنا فيما سبق إلى أهمية العامل المائي في المناطق الجافة وشبه الجافة، وشرحنا الوسائل التي يمكن اتباعها لصيانة الأتربة والمياه في الأراضي الزراعية والأراضي الحراجية وأراضي المراعي الطبيعية (راجع بحث صيانة التربة والمياه).

وما نرغب في شرحه هنا هو الوسائل الفنيّة المتعلّقة بالحصول على المياه النادرة، بغية استعمالها في المناطق الجافة وشبه الجافة والتي لا تزال مجهولة بالنسبة للكثيرين. إن هذه الوسائل قليلة الكلفة ولا تحتاج إلى تقنية عالية إلّا نادراً، ويمكن تعميمها بسهولة. يجب النظر إلى هذه الوسائل على أنها وسائل مكملة للطرق التقليدية المستخدمة على نطاق واسع لتوفير المياه والتصرف بها في المناطق الجافة وشبه الجافة وليس كوسائل بديلة عنها. ومع هذا فإن هذه الوسائل هي ذات نفع

مباشر على المستوى المحلي في مجـال تنمية المـوارد المائيـة واستغلالهـا، لاسيما في الأماكن البعيدة ذات الموارد المائية غير المنتظمة.

أ ـ الوسائل التقنية لزيادة موارد المياه

إن هذه الوسائل متعددة ونذكر أهمها فيما يلي:

1 ـ جمع مياه الأمطار

استعملت هذه الوسيلـة في الماضي عن طـريق توجيـه مياه الأمطـار السائلـة على المنحدرات إلى الحقول المزروعة أو إلى خزانات لحفظها والاستفادة منها عند الحاجة.

وبالرغم من أن الأمطار هي غير منتظمة الهطول في المناطق الجافة، فإنها مع ذلك تعطي كميات جيدة من المياه يمكن الاستفادة منها في الزراعـة. فعشرة مليمترات من الأمطار تعادل مئة ألف ليتر من الماء في الهكتار. لذا فإن تجميع هذه الميـاه يمكن أن يؤمن الماء لمناطق فقيرة بالموارد المائية حيث من الصعب حفر الآبـار، أو وجود الميـاه الجوفية، أو لبعد المصدر المائي الرئيسي والتكلفة الكبيرة لجلب المياه من بعيد.

إن لهـذا النمط من توفـير المياه فـائدة عـلى مستوى القـرى الصغيرة والمـدارس والحدائق وسقاية الحيوانات الآهلة والبرية.

إن جمع مياه الأمطار عملية ممكنة في المناطق المنخفضـة الأمطار، إلّا أنـه يعتقد أنه بحدود 50 مم من الأمطار في السنة هو الحد الأدنى. ويتم ذلك بالطرق التالية:

ـ تنظيف المنحدر من النباتـات والحجارة ورص التـربة وذلـك لزيـادة المياه التي تسيل على المنحدر وتجميعها في أسفله.

ـ معالجة التربة بمواد كيميائية لجعلها كتيمـة عديمـة النفوذيـة للمياه لتسهيـل سيلان المياه عليها. ويستخدم لهذا الغرض أملاح الصوديوم في الأتربة الغضاريـة؛. ويمكن استخدام الإسفلت وشموع البارافين أو تغطية التربة بمادة بلاستيكية.

عنـدما يتم جمـع المياه من المنحـدرات يمكن الاستفادة منهـا لإنتاج المحـاصيل الزراعية المتنوعة في المناطق الجافة وشبه الجافة. ومن الجدير ذكره أن هذه الطريقة كانت متبعة في الحضارات القديمة الشرق أوسطية.

في المنـاطق الجافـة حيث تسقط الأمطار بشكـل زخات وتسيـل المياه بشـدة على المنحدرات، يمكن الاستفادة من هذه المياه في الزراعة (مع تلافي الأضرار الناشئة عن السيول)، عن طريق نشرها لريِّ المحاصيل.

إن هذا النمط من نشر المياه يجب أن يتم بعناية لتلافي الأضرار الممكنة من ســوء التصميم. لذا يجب أن يؤخذ في الاعتبــار طبوغـرافية المنطقــة ونوع التــربة والنبت الطبيعي.

2 ـ الري بالمياه المالحة

تتوفر المياه المالحة بكميات كبيرة في المناطق الجافة، وشبه الجافة، ولكنها نــادراً ما تستخدم في ري المحاصيل الزراعية لأنها تحـد من نمو النبــات. غير أن العـديد من الدراسات يدل على أن المياه المالحة إذا استخدمت بعنــاية وفي ظـل ظروف مؤاتيــة، يمكن الاستفادة منها في الري الزراعي.

إن مقاومة المحاصيل للملوحة تلعب دوراً هاماً في استعمال المياه المالحة في الـري (راجع بحث مكافحة تملّح الارض).

يعطي مختبـر الملوحــة في الولايــات المتحدة الأمــيركيــة التصنيف التــالي للميــاه استناداً إلى **الناقلية الكهربائية** conductivity electrical.

الناقلية الكهربائية	نوع المياه
(ميكرومو/سم)	
الفئة الأولى 0-250	مياه قليلة الملوحة
الفئة الثانية 250-750	مياه متوسطة الملوحة
الفئة الثالثة 750-2250	مياه عالية الملوحة
الفئة الرابعة أكبر من 2250	مياه عالية الملوحة جداً

بشكل عام، إن المياه التي تتميز بناقلية كهربائية أقل من 750 ميكـرومو/سم هي منــاسبة للـري من حيث احتوائهــا الصوديــومي. كما أن الميــاه التي تــراوح قيمــة ناقليتها الكهربائيــة بين 750 و2250 ميكـرومو/سم يمكن استعمــالها للـري أيضاً، وتعطي مردوداً جيداً من المحاصيل، إذا أخذ بعين الاعتبار حسن استغلال الأراضي المروية وجودة صرفها، إلّا أن الأتربة يمكن أن تتملح بسهولة إذا كان الصرف سيِّئاً. لذا من الضروري استعمال هذه المياه بحذر شديد لري الأراضي في المنــاطق الجافــة وشبه الجافة.

إن الميــاه التي تتميز بنــاقلية كهـربــائيــة أعـلى من 2250 ميكـرومـو/سم فــإن استعمالها للري ضعيف جداً، ويقتصر على بعض المحاصيل العالية التحمل للملوحة، وكذلك عندما يكون تحت التربة عالي النفوذية ويسمح بصرف المياه بسرعــة. وفي هذه

الحالة يتوجب استعمال كميات كبيرة من هذه المياه المالحة في الري لتأمين الغسل المستمر للأملاح في التربة. إن مثل هذه المياه ذات الناقلية الكهربائية العالية والعالية جداً، تستعمل للري في عدد من المناطق في العالم (شمال افريقيا خاصة)، إلاّ أن استعمالها يرتبط بشروط خاصة جداً، مثل **نفوذية تحت التربة، وسهولة صرفه للمياه المترشحة، وزيادة كمية المياه المستعملة للرّي في الهكتار. إذا لم تؤخذ هذه الشروط بعين الاعتبار فإن استعمال هذه المياه للري في المناطق الجافة وشبه الجافة يؤدي إلى التملح السريع للأتربة.**

من الضروري أخذ الحذر من العمل بنتائج الدراسات التي أجريت على ري المحاصيل بالمياه المالحة في البلاد المعتدلة المناخ أو الرطبة، وتطبيقها على البلاد الجافة، إذ إن المحصول نفسه المزروع في منطقة معتدلة المناخ أو في منطقة رطبة يمكن أن يتحمل مياه ري أكثر ملوحة مما هو عليه في المناطق الجافة، وذلك لأن مياه الأمطار تقوم بتمديد مياه الري المالحة وبالتالي تخفف من تركيز الأملاح فيها. بالإضافة إلى أن درجات الحرارة المنخفضة يمكن أن تزيد من مقاومة النبات للملوحة.

3 ـ إعادة استعمال المياه

إن تزايد الطلب على المياه لاسيما في المناطق الجافة وشبه الجافة يجعل من الضروري التوسع في إعادة استعمال المياه. ويعتبر ذلك من أهم الوسائل لتوفير المياه للمناطق الجافة والتي يمكن أن تستعمل في الري وفي الصناعة وفي إعادة تغذية المياه الجوفية. وفي بعض الحالات تستخدم المياه المستعملة بعد معالجتها بتخطيط جيد. ويمكن تلبية حاجة الزراعة والصناعة إلى المياه عن طريق تنقية المياه المستعملة، مما يؤدي إلى توفير المياه العذبة للشرب.

إلاّ أنه قبل إعادة استعمال المياه يجب التأكّد من عدم احتوائها على الجراثيم المرضة والفيروسات وبيوض الطفيليات والمعادن الثقيلة والأملاح والنترات. وذلك لتلافي التأثيرات السلبية لهذه المياه في البيئة عامة وفي صحة الإنسان خاصة.

4 ـ الأقنية

وهي تسمى **فُجّارة** *Foggaras* في شمال إفريقيا وفلج *falaj* في الإمارات العربية المتحدة.

وقد عرف الإنسان هذا النمط من الآبار منذ القدم، وهي كثيرة الإنتشار في البلاد العربية وفي إيران وأفغانستان وباكستان منذ قديم الزمان. وقد بدأ استعمالها

ينتشر من جديد على أثر تطوير معدات وآلات جديدة، وهي تسمح باستخدام المخزونات المائية الجوفية دون الحاجة إلى استخدام المضخات. والقناة هي نفق أفقي يأخذ المياه الجوفية من الأراضي الرسوبية، ويجلبها إلى سطح الأرض للإستفادة منها دون اللجوء إلى مضخات.

إن طول القناة يتعلق بعمق المياه وبميل الأرض، ويتراوح وسطياً بين 10 و16 كم. توجد قناة في جنوب إيران طولها 28 كلم تقريباً.

5 ـ الآبار الأفقية

تُهمل عادة الينابيع الصغيرة في الدراسات أو التحريات التي تهدف إلى تنمية الموارد المائية. إلا أنه في المناطق الجافة النائية والجبلية، تشكل الينابيع مصدراً مائياً هاماً بالنسبة للاستعمال المنزلي. وقد كثر حفر مثل هذه الآبار في السنوات العشرين الماضية في جنوب غرب الولايات المتحدة الأميركية، ويراوح مردودها بين 1 و 230 ليتراً في الدقيقة، والمتوسط يقع بين 10 و 40 ليتراً في الدقيقة.

6 ـ المياه الجوفية القديمة

توجد مثل هذه المياه في المناطق الجافة على أعماق كبيرة نسبياً، وقد تجمعت في زمن قديم، ومعظمها لم يعد يتجدد. وقد تُشكل في ظروف مناخية أكثر رطوبة وأمطاراً من الظروف السائدة حالياً، كما هي الحال بالنسبة للمياه القديمة الموجودة في المناطق الصحراوية من شمال أفريقيا وشرق المملكة العربية السعودية وسيناء ومكسيكو والولايات المتحدة الأميركية.

إن بعض الطبقات المائية القديمة يشكل مخزوناً مائياً ضخماً. إلا أن استعماله يجب أن يأخذ بالحسبان عدم إمكانية تجدده مثل المخزون البترولي، وانه يمكن أن يختفي خلال بضع عشرات السنين.

7 ـ تحلية المياه

يُستفاد من هذه الطريقة في تحلية مياه البحر لتوفير المياه العذبة في البلاد الجافة الضعيفة الموارد المائية العذبة، كما هو الحال في بلاد الإمارات العربية المتحدة. إلا أن هذه الطريقة لا تزال شديدة الكلفة، وتستخدم بشكل خاص للشرب أكثر من استعمالها للري.

8 ـ التقطير بواسطة الطاقة الشمسية

تستخدم الطاقة الشمسية لتحلية مياه مالحة عن طريق تبخر الماء وتكثفه، ثم

تجمعه في أجهزة بسيطـة ذات غطاء زجـاجي. إن هذه الطـريقة لا تـزال في مرحلـة التجربة وتستخدم على نطاق ضيق.

9 ـ الجبال الجليدية

إن 85% من المياه العذبة في العالم متجمد بشكل جليـد في المنطقتين القطبيتـين. ويعتقد المهندسون أنه بالإمكان جر جبال جليـدية وتغطيتهـا لحمايتهـا من الذوبـان بـاتجاه المنـاطق الجافـة لتوفـير المياه الـلازمة لهـا. ويمكن الاستفـادة من الأقمـار الصناعية لانتقاء الجبال الجليدية المناسبة.

إلا أنه نظراً لكون الجليد القطبي يلعب دوراً هاماً في المنـاخ على الكـرة الأرضية، فإنه من الضروري الأخذ بالحسبان انعكاسات هذه التكنولوجيـا على المنـاخ الأرضي قبـل تعميمها. بـالإضافـة إلى ما يمكن أن ينتـج من استخـدام الجليـد القطبي من مشاكل قانونية وسياسية دولية.

10 ـ المطر الإصطناعي

إن رش بعض الغيوم الحاوية على مـاء شديـد البرودة ببلـورات جليديـة أو ثاني أكسيـد الكربـون المتجمد أو إيـوديد الفضـة (IAg) يساهم في زيـادة هطول المطـر، وتسمى هذه الطريقة **بذر الغيوم** cloud seeding.

إن عملية بذر الغيوم يجب أن تتم في شروط جوية معيّنة بحيث تكون الغيوم قابلة للبذر، وإلا فإن هذه العملية يمكن أن تؤدي إلى أمطار أقل من الحالة العادية.

إن مثل هذه الوسيلة لزيادة وفرة المياه يجب أن تدرس بعناية قبلتعميمها، إذ إنه من غير المعروف حتى الآن تـأثيرهـا في هطول الأمطـار على المنـاطق المجاورة، وهـذا يتطلب أبحاثاً مستفيضة في المستقبل.

ب ـ وسائل المحافظة على المياه

1 ـ تخفيض التبخر من السطوح المائية

تتعرض المياه في الخزانات والأقنية المفتوحة إلى تبخُّر شديد في المنـاطق الجافـة، مما يؤدي إلى خسارة كبيرة في المياه. من هنا تأتي أهمية التخفيف من التبخُّر لزيادة وفرة المياه في هذه المناطق. ولهذا الغرض تستعمل عدة طرق نوجزها فيما يلي:

ـ **المواد الكيميائية السائلة**: مثل الكحولات الأليفاتية كالكحـول السيتيلي الـذي يجري نشره على سطح الماء فتنشر جـزئياتـه الرفيعـة بشكل طبقـة رقيقة سمـاكتها

جزيء واحد. استخدمت هذه الطريقة في البداية باعتبار أن الطبقة الكحولية تخفف من التبخُّـر، إلا أنها بنفس الـوقت تزيـد في درجة حـرارة الماء نتيجـة قلـة التبخُّـر ويُستعمل عادة أقل من 60 غرام من الكحـول في هكتار من السطـح المائي. إن هـذه الكحولات غير سامة بالنسبة للسمك والإنسان، كما أنها لا تمنـع انتقال الأكسجـين إلى الماء. لا يمكن استخدام هذه الطريقة في المناطق المعرَّضة للرياح.

توجد محاولات للتخفيف من تأثـير الريـاح في الطبقة الكحـولية، مثـل استخدام شبكة من البلاستيك للحد من جرف وتمزق الطبقة الكحولية الرقيقة.

ـ استخـدام الشمع: ثمـة محاولات لاستخـدام الشمع للحـد من التبخُّـر عن طـريق استعمال قطع شمعية ونشرها على سطح الماء. وقد دلّت التجارب في مقاطعة أريزونـا في الولايات المتحدة الأميركية أن التخفيف من التبخُّر في هـذه الطريقـة يُعادل 85% تقريباً.

ـ استخدام قطع صلبة عائمـة: تجرى حـالياً تجـارب لاستخدام قطـع صلبة عـائمة من البـلاستيك والمطـاط والإسمنت الخفيف وغـيرهـا للتخفيف من تبخُّـر السطـوح المائية. وأفضل المواد للتخفيف من ارتفاع حرارة المياه هي المواد الفاتحة اللون التي تعكس أشعة الشمس.

ـ تعبئة الخزان بالرمـل أو بالحجـارة: يمكن مراقبـة تبخُّر الميـاه من الخزانـات عن طـريق تعبئة الخـزان بالـرمل أو بقطـع من الحجـارة بحيث تختـزن الميـاه داخـل الفراغات، كما يترك الماء على مستوى أقل بثلاثين سنتمتراً من السطح العلوي للرمل أو الحجارة لحجبه عن التبخُّر. وقد بيّنت التجارب التي أجريت في ولايـة أريزونـا في الولايات المتحدة الأميركية أن حجم الخزان الفعلي قد انخفض إلى 45% وأن التبخُّر قد انخفض بحدود 90%. فقـد أجريت التجـربة نفسهـا في السودان ولـوحظ في خزانـات جنـوب غرب أفـريقيا أنـه إذا كان مستـوى الماء في الخـزان تحت سطح الـرمل أو الحجارة بحدود مترٍ واحدٍ، فإن التبخُّر يكون معدوماً تقريباً.

إن الطرق السابقة الذكر أعطت نتائـج إيجابيـة في التخفيف من ضياع المـاء عن طريق التبخُّر في الخـزانات الصغـيرة والبرك المـائية والـواحات والأحـواض، إلا أن استخدامها في البحيرات والخزانـات الكبيرة لم يعط حتى الآن نتـائج مقبـولة بسبب صعوبة الحد من تأثير الرياح والفيضانات.

2 ـ تخفيف الماء الضائع عن طريق الترشيح

لأسباب اقتصادية، تستخدم في المنـاطق الجافـة وشبه الجـافة أقنيـة وخزانـات

ترابية للتخفيف من ضياع الماء منها، ومن الضروري العمل على خفض نسبة الماء الراشح عن طريق القاع والجدران.

يستخدم ثمة واق زهيد الكلفة لهذا الغرض مثل رص التربة (المعالجة الكيميائية للتربة) وتغطية التربة بأغطية كتيمة مثل **المطاط البوتيلي** butyl bubber والبلاستيك والإسفلت. في الأتربة الكلسية النفوذة، يمكن إضافة الصوديوم (كربونات الصوديوم) الذي يفرق الغضار ويقلل بالتالي من نفوذية التُّربة. إن هذه الطريقة تعطي نتائج حسنة في الأتربة التي تحتوي على كمية من الغضار لا تقل عن 15% وعمقها لا يقل عن 30 سم وتحتوي على كلسيوم. في هذه الحالة، يتبادل الكلسيوم مع الصوديوم ويتحول الغضار الكلسي إلى غضار صوديومي، مما يخفف من نفوذية التربة بتحويل حبات التربة الكبيرة إلى حبات ناعمة.

3 ـ تخفيف التبخُّر من سطح التربة

يؤدي تبخُّر الماء من سطح التربة إلى ضياع كميات كبيرة من الماء في المناطق الجافة حيث يسبب انخفاض الرطوبة الجوية زيادة التبخُّر. إن ربع أو نصف الماء الضائع من محصولٍ ما مصدره التبخُّر من سطح التربة.

يمكن التخفيف من هذا الضياع، وبالتالي توفير مياه الري، عن طريق وضع حواجز غير مسامية على سطح التربة مثل الورق والإسفلت والزيوت وفيلم من البلاستيك الخ، أو حواجز مسامية بسماكة 5 إلى 25 مم مثل البقايا النباتية أو الحصى أو الرمل. تعرف هذه المواد باسم **المهاد** mulch.

إن هذه الحواجز المهادية تحفظ رطوبة التربة وتخفف من سرعة الرياح بالقرب من سطح الأرض وتخفض من الانجراف المائي للتربة، وتؤدي بالتالي إلى زيادة مردود المحاصيل، لاسيما في السنوات القليلة الأمطار...

وبالإضافة إلى ذلك فإن الحواجز المهادية التي ترفع من درجة حرارة التربة (البلاستيك، الإسفلت، الزيوت، الحصى الداكنة اللون) تؤدي إلى تنشيط إنبات البذور وإسراع النمو في المناطق التي تكون فيها التربة باردة في وقت الزرع.

تستخدم هذه الطريقة غالباً في الزراعة المكثفة في حالة المحاصيل الغالية الثمن. يستخدم الإسفلت للتثبيت الميكانيكي للكثبان الرملية قبل غرس الأشجار أو الشجيرات.

4 ـ الري بالتنقيط drip irrigation

تعتبر طرق الري العادية مسرفة للماء في المناطق الجافة وشبه الجافة، بسبب

اتساع المساحة المغمورة بالماء والتي تشجع التبخُّر إلى حد كبير. تتبع الآن طريقة **الري بالتنقيط** باستعمال أنابيب بلاستيكية توضع أمام النبات على التربة أو تحتها، بحيث يخرج الماء من ثقب إلى كل نبات. وبما أن الماء يرطب جزءاً بسيطاً من التربة، فإن التبخُّر من التربة ينخفض انخفاضاً كبيراً مقارنة مع طرق الري العادية. بالإضافة إلى إمكانية تحديد كمية ماء الري وزمن الري بحيث يخف انجراف التربة ويقل ضياع الماء عن طريق الترشيح.

تستخدم هذه الطريقة بكثرة الآن في المناطق الجافة لري الأشجار المثمرة والأشجار الحراجية ومحاصيل الخضار. ونظراً لارتفاع الكلفة فإنها لم تستخدم بعد لري المحاصيل الحقلية. كما أنها قد تكون ذات أهمية في المستقبل للري في الأراضي المنحدرة نظراً لارتفاع كلفة الري بالطرق العادية في هذه الظروف.

وباختصار فإن طريقة الري بالتنقيط أخذت تحل محل طرق الري العادية في الحالات التالية:

- ندرة المياه أو ارتفاع سعرها.
- شدّة نفوذية التربة لتوفير ضياع الماء أو شدّة كتوميتها (قلة نفوذيتها) بالنسبة للري بالراحة.
- ارتفاع كلفة تسوية التربة.
- تدنّي نوعية المياه،
- شدة الرياح بحيث يصعب استعمال الري بالرذاذ.
- قلة العمال المهرة في الري أو ارتفاع أجورهم.

إلا أن هناك بعض العيوب التقنية التي تحد من استعمال هذه الطريقة لاسيما انسداد ثقوب الأنابيب بواسطة ترسبات كلسية أو حديدية أو بواسطة الطحالب، أو بواسطة الغضار والرمل الناعم. في الوقت الحاضر، لا يمكن استخدام طريقة الري بالتنقيط في حال احتواء المياه على الحديد، ويمكن إزالة الطحالب بالمعالجة الكيميائية ثم بالتصفية. أما طرق إزالة المواد الترابية الناعمة فلا تزال غير فعالة، لاسيما إذا كانت كمية المواد العالقة في المياه كبيرة.

لغاية الآن لا تزال الدراسات حول موضوع تملح التربة في هذا المجال غير كافية، إلّا أنه يبدو أقل مما هو عليه بطرق الري العادية.

5 ـ طرق حديثة أخرى للري

فيما يلي بعض الطرق الحديثة التي يمكن استعمالها للري في المناطق الجافة وشبه الجافة:

ـ مرشات صغيرة بشكل أنابيب عمودية توضع في وسط أحواض صغيرة توفر الماء للشجرة المزروعة ضمن الحوض. تسمح هذه الطريقة بالري على المنحدرات وفي الأراضي غير المستوية.

ـ تستخدم في الولايات المتحدة الأميركية وليبيا (منطقة الكفرة) طريقة ري بالرش، حيث تستخدم ذراعاً للري بطول خمسمائة متر مثبت على قضيب معدني دوار ومتصل بمضخة تغمس في طبقة الماء الأرضية وتؤمن رياً دائرياً للمحاصيل.

ـ تستخدم طريقة خاصة للري بالتنقيط، إلاّ أن الأنابيب تكون مطمورة في التربة بدلاً من أن تكون على سطحها.

ـ في المناطق القليلة الأمطار في الهند، أجريت تجربة لريّ محاصيل الخضار (خيار، بطيخ) عن طريق وضع الماء في أصيص فخاري بحيث يمر الماء باتجاه النباتات المزروعة حوله دائرياً. وقد استخدمت هذه الطريقة كمية من الماء تعادل 2 سنتيمترين بالهكتار خلال فترة من النمو تعادل 88 يوماً. إن تبخّر الماء من التربة ضعيف في هذه الطريقة لعدم وجوده على سطح التربة.

6 ـ تخفيف ضياع الماء بالرشح في الأراضي الرملية

تستخدم طريقة خاصّة للتخفيف من الماء الضائع بالرشح في الأراضي الرملية، تعتمد على إنشاء حاجز اصطناعي يمنع تسرب المياه إلى الأعماق، ويساعد على تجميع مياه الأمطار أو مياه الري الراشحة في منطقة نمو الجذور. لا تستعمل هذه الطريقة في الأراضي الرملية، التي تحتوي على أفق كتيم تتجمع فوقه المياه، وتبقى تحت تصرف جذور المحاصيل، إذ إن الحاجز في هذه الحال موجود طبيعياً.

توضع هذه الحواجز على عمق 60 سنتمتراً تحت سطح التربة، مع الاهتمام بترك فجوات بطول 150 متراً لصرف المياه. تصنع هذه المواد غالباً من الإسفلت، إلاّ أنه يمكن استخدام أي مادة كتيمة للمياه لهذا الغرض، فلقد استعملت في شرق أفريقيا صفائح من البلاستيك، وفي هنغاريا بقايا نباتية مثمرة أو سماد بلدي غني بالغرويات plonting.

توضع هذه الحواجز عن طريق رفع طبقة التربة السطحية، ثم إضافة الحاجز يدوياً، ثم إعادة الطبقة السطحية للتربة. بالنسبة للحاجز الإسفلتي تستخدم الآن آلات خاصة تقوم بالعملية دون رفع الطبقة السطحية.

7 ـ التخفيف من تعرق النباتات

إن واحداً بالمئة فقط من الماء الممتص من قبل جذور النباتات يندمج في الخلية

النباتية. أما الباقي (99%) فإنه ينتقل عبر النبات ويعود إلى الجو بشكل بخار ماء.

والتعرّق dispersion هو العملية الفيزيـولوجيـة التي تؤدي إلى خسارة كميـات كبـيرة من الماء بشكـل بخار، فـإذا أمكن التقليـل من التعـرّق، أدّى ذلـك حتمـاً إلى تخفيض محسوس في الطلب على المياه، لاسيما في المناطق الجافة.

يمكن التخفيف من التعرّق بالطرق التالية:

- **تهجين** hybridising ضروب قليلة التعرق.
- إنشاء كاسرات رياح.
- نزع الأوراق غير المنتجة مثل الأوراق السفلى في القمح والشعـير التي لا تساهم إلاّ قليلاً في نمو الحبوب.
- استخـدام مواد كيميـائية بحيث تـرش على النبـاتات وتؤدي إلى التخفيف من التعرّق. إن هذه الطريقة لا تزال في بدايتها وتحتاج إلى مـزيد من التجـارب العلمية والدراسات الاقتصادية.

8 – الزراعة في بيئة تم التحكم بها

أخذ ينتشر استخدام البيـوت الزجـاجية أو البـلاستيكية العـالية أو المنخفضـة لزراعة المحاصيل. وفي هذا النمط من الزراعة يقل الطلب عـلى المياه لنمـو النباتـات. يقوم مركز أبحاث المناطق الجافّة في أبو ظبي بإجراء دراسات مفصّلة على هذا النمط من الزراعة لإنتاج الخضار ويستخدم مياه البحر التي تمّت تحليتها.

9 – زيادة قدرة التربة على الاحتفاظ بالماء

إن جزءاً كبيراً من مياه الرّي يضيع عادة بالتبخُّر أو يترشح إلى مـا تحت منطقة الجذور.

بعض المواد الكيميائية **الأليفة الـرطوبـة** hydrophilous تمتص الماء، وتَحُـول بذلك دون تبخّرها وضياعها. إن إضافة هذه المواد إلى الأتربة يجعلهـا تحتفظ بالمـاء لفترة طويلة من الزمن، متيحة لجذور النباتات الإفادة منها عند الحاجة.

بهذه الطريقة يمكن زيادة قدرة التربة الرملية بشكل خاص على الاحتفـاظ بالمـاء وعـلى الاستفادة منـه من قبل النبـاتات، وتـرفع بـالتالي معـدل النمو عنـد مستوى منخفض من الرطوبة الأرضية. وقـد لوحظ أن جـذور النباتـات والشعيرات الماصة تنمو داخل وحول هذه المواد المنتفخة وتستخرج الماء منها.

إن هذه المواد الأليفة الرطوبة تستطيع امتصاص كميـة من الماء تعـادل 20 مرة

وزنها من الماء، إلّا أنها لا تزال قيد التجربة.

يمكن زيادة قدرة الأتربة الرملية على الاحتفاظ بالماء أيضاً بإضافة 5% من الفحم البيني المسحوق إلى سطح التربة مما يساعد على مضاعفة الماء المستفاد منه في الطبقة السطحية ويرفع من درجة حرارتها.

10 ـ التغذية الاصطناعية لطبقة الماء الأرضي

يتجدد الماء المستخرج من الطبقات المائية الأرضية عادة بالتغذية الطبيعية عن طريق الأمطار. إلّا أن الاستهلاك المفرط للمياه الأرضية عن طريق تعدد الآبار يسبب انخفاض مستوى المياه الأرضية بشكل تدريجي إلى حد التجفيف الكامل. في مثل هذه الحالات يمكن اللجوء إلى التغذية الاصطناعية لطبقة الماء الأرضي عن طريق المياه السطحية. وفي بعض الحالات يمكن حفر آبار أو فتح حُفر تصل إلى الطبقة المائية الأرضية لتسهيل تغذيتها بالماء السطحي. وفي حالات أخرى تفرش المياه على سطح التربة لتترشح داخل التربة باتجاه الطبقة المائية. وتستخدم هذه الطريقة الأخيرة عندما تكون الطبقة المائية قريبة من سطح التربة. أما الحفر والآبار فتستخدم على التوالي عندما تكون الطبقة المائية متوسطة العمق أو عميقة.

إن هذه الطرق رخيصة الثمن ولا تحتاج إلى خبرة تقنية عالية.

يمكن الاستفادة من تجميع مياه الأمطار في التغذية الاصطناعية لطبقة المياه الأرضية والاحتفاظ بها في الأعماق بمعزل عن التبخّر والتلوّث والتملّح.

4.6 ـ الادارة المتكاملة لأحواض مساقط المياه

1.4.6 ـ أهمية وأهداف إدارة أحواض مساقط المياه

إن العديد من الكوارث والمجاعات التي حصلت في كثير من مناطق العالم، نتجت من سوء استغلال وسوء إدارة المياه. والحقيقة أن كوارث الجفاف الشديد والفيضانات التي انصبت على هذه المناطق كان يمكن التخفيف من حدّتها وحتى تلافيها لو أمكن الاستفادة بشكل جيد من المعلومات المتوفرة لدى الإنسان المعاصر بخصوص إدارة واستغلال مساقط المياه.

إن أهمية الماء في المناطق الجافة وشبه الجافة لا تحتاج إلى إثبات. غير أنه من الجدير التذكير به هو أنه، حتى في البلاد الرطبة المدارية، قد حصلت فترات طويلة من النقص في الماء، سببها انحباس الأمطار أولاً وسوء استغلال الأتربة والمياه وإزالة الغطاء النباتي ثانياً.

إن إزالة الغطاء الحراجي في العديد من البلاد بغيـة تحويل الأراضي الحراجيـة إلى أراض لإنتـاج المحاصيـل الزراعيـة، كادت تؤدي إلى انجـراف التربـة وتكوين السيول، كما حوّلت تدفق الأنهار إلى سيول خلال فصل الأمطار وإلى خيوط من المـاء خلال فصل الجفاف. وقد سبب ذلـك حدوث فيضـانات خـلال فترة الأمطـار وجدب خلال فصل الصيف، ومـا ينتج من ذلـك من انخفاض في المحصـول ومجاعـة تهدد حياة الملايين من البشر.

إن الحل الذي يفكر به وينفذ عادة في مثل هذه الحالات هو إنشـاء سدود لتنظيم تدفق مجاري المياه وحماية الأراضي الموجودة في المناطق السفـلى من السد، بـاعتبار أنها ستستغل زراعياً. إلا أن فعالية هذه السدود لا تمتد إلا لسنـوات محدودة فقط نتيجة ترسبات المواد المنجرفة من المنـاطق العليا وراء السـد بسبب سوء استغـلال الأراضي في المناطق العليا وإزالة غطائها النباتي. لـذا فإن بعض الميـزات التي يمكن أن تنتج لفترة قصـيرة من إقامـة هذه السـدود لا ترافقهـا تحسينات دائمـة لجميع أراضي الحوض المائي ولا يتبعها نمو متوازن في المنطقة، في أعلى الحوض وأسفله.

ولكي تكون فعالية السد دائمـة، فإن البـدء في استغلال مـوارد التربـة والمياه في منطقة الحوض يجب أن يسبقه تخطيط شامل ومتكامل لاستخدام الأراضي، هذا وان إعداد الخطط يجب أن يأخذ بالحسبـان نوعيـة الأتربـة والمياه والغطـاء النباتي في الحـوض، وكذلـك العوامـل الاجتماعيـة والاقتصاديـة التي تؤثر في سكـان المنطقة المدروسة عامة، وفي طريقة استخدام وستغلال الأتربة خاصة.

كما أنه من الضروري الاهتمام الدائم والمستمـر في برامـج الاستغلال ومـراقبتها عن كثب وخاصة ما يتعلق منها باستغلال الأتـربة والميـاه، وبالتغـيّرات البيئية التي يمكن أن تنتج من بناء السد ومشاريع الري الزراعي المرتبطـة به والنمـو السكاني والعمـراني، وإلّا أعطت هذه المشـاريع عكس مـا هو متـوقع منهـا، كانتشـار بعض الأمراض لدى الانسان والحيوان نتيجـة الري في المنـاطق الجافـة والحارة، وتملـح وغَدْق الأتربة وتلوّث المياه، كما بدأ يظهر في مشاريع ري حـوض الفرات. هـذا ومن المهم الاهتمام بكلّ منطقة الحوض سواء في أعلى السد أو في أسفله دون أي تمييز.

تهدف إدارة أحواض مساقط المياه إلى وضع خطة شاملة متكاملة للاستفادة عـلى الشكل الأمثل من الموارد الطبيعية للحوض، والمحافظة عليها على مر الزمن في الوقت نفسه. وتأخذ هذه الخطة بالحسبان الموارد الطبيعية، من مياه وأتربة وغطـاء نباتي وحيوانات برية.

يوجد عـامل مشتـرك لخطط استغلال الأراضي كـافة، لاسيمـا في مناطق حـوض المتـوسط، ألا وهو **الطلب المتـزايد عـلى المياه**، والحقيقـة أن التنمية الاقتصـاديـة

تتطلب دوماً مزيداً من استهلاك المياه على جميع المستويات، لذلك فإن الإدارة الجيدة للموارد المائية تعتبر إحدى المركبات الأساسية في أي مشروع للتنمية. وبالإضافة إلى ذلك فإن الماء هو أحسن دليل لمعرفة مستوى جودة الإدارة في الحوض المائي، أو بتعبير آخر، إذا كان استغلال المياه جيداً في الحوض، فإن إستغلال الموارد الأخرى الباقية يكون جيداً أيضاً في معظم الأحيان. إن «الماء» هو العنصر الحساس في أية خطة لإدارة واستغلال الأحواض المائية، وإن حسن مراقبته والسيطرة عليه يعتبران من المبادىء الأساسية لنجاح أية خطة شاملة للاستغلال الرشيد لأي حوض مائي.

هذا ومن الجدير ذكره أن العوامل الاجتماعية يجب أن تأخذ مكانها الطبيعي عند إجراء أية دراسة لاستغلال الأحواض المائية، وأن إغفال هذه العوامل، أو عدم إعطائها حقها من الدراسة والاهتمام في العديد من المشاريع، في منطقتنا بالذات، كان من أهم أسباب تعثر نجاح هذه المشاريع بالرغم من الدراسات الممتازة التي تحدث لعوامل التربة والمياه والنباتات، وبالرغم من استخدام الوسائل التكنولوجية الحديثة لاستغلال الموارد الطبيعية.

تطبيقات الاستشعار عن بعد في إدارة واستغلال أحواض مساقط المياه

إن **الاستشعار عن بعد** remote sensing ليست طريقة حديثة جداً في مجال علوم الأرض، إذ إنه قبل عام 1960، كانت تستخدم الصور الجوية المأخوذة من الطائرات على ارتفاعات منخفضة ومتوسطة لدراسة الأحواض المائية ولإنشاء خرائط الأتربة وخرائط الغابات، لتخطيط الطرقات والتنقيب عن البترول والمعادن، وكذلك لتخطيط استخدام الأراضي.

إلا أن الجديد في ذلك هو استخدام الأقمار أو التوابع الأرصادية في الاستشعار عن بعد، وخاصة ابتداء من عام 1960 عندما أطلق أول قمر تحت اسم Tiros-1. ومنذ ذلك التاريخ أطلقت عدة أقمار أرصادية للاستفادة منها في البحوث والدراسات المائية، وخاصة فيما يتعلق بدراسة وإدارة أحواض المساقط المائية.

وبالنظر إلى النتائج الإيجابية التي يمكن الحصول عليها من الصور المأخوذة بواسطة هذه الأقمار، أطلق قمر أرصادي تجريبي اسمه Landsat-1 بهدف دراسة موارد الأرض في 23 تموز عام 1972، ثم تبعه آخر Landsat-2 في 22 كانون ثاني 1975.

إن ميزات المركبات الفضائية تأتي من كونها تستطيع أن تؤمن مراقبة إقليمية ثابتة ومتكررة.

إن القمــرين Landsat-1 و Landsat-2 هما مــركبتان متمــاثلتان يمــر كلٌّ منهمــا بنقطة معيّنة على الأرض مرة كل 18 يومــاً، ويؤمّن تغطية بــالصور لجــزء من القشرة الأرضية، بعرض 185 كلم.

إن تجــارب مختبر الفضــاء Skylab لعام 1973-1974 الــذي وضع عــلى ارتفــاع 435 كم قدمت معطيات فضــائية إضــافية من نــوعية عــالية جــداً في مجال دراســة الموارد المائية الأرضية وخاصة في المجالات التالية: إنشاء خرائط للثلوج، جرد المياه السطحية، دراسة الفيضانات، مراقبة استخدام الأراضي من الناحية المائية، وإنشاء نماذج لأحواض مساقط المياه.

لــذلك فــإنه من الضروري أن يتكيّف الاختصــاصيون في مجــال إدارة أحــواض مساقط المياه مع هذه التقنيات الجديدة إذا أرادوا الاستفادة منهــا بشكل فعّــال في عملهم.

2.4.6 ـ أسس الإدارة المتكاملة لإعداد مشروع لتنمية أحواض مساقط المياه

إنّ الاتجاه السائد منذ الستينات في إدارة واستغلال أحــواض مساقط الميــاه هو الإتجاه المتكامل لمشاريــع الاستغلال، وهــذا يتطلب التعاون الــوثيق بين العــديد من الإختصاصيين كل في مجاله بهدف وضع الخطة المتكاملة والشاملة لإدارة واستغلال أحواض مساقط المياه.

وقــد بَيَّنا فيمــا سبق أهمية العــامل المــائي في خطط التنمية الشــاملة المتكــاملــة للأحواض المائية، وأنه يعتبر دليلاً على مستــوى جودة أيــة خطة لإدارة الأحــواض. كما بيَّنا أيضاً ضرورة الاهتمام بــالدراســات الاجتماعيــة وإعطائهــا حقها إذا أريــد النجاح لخطط التنمية.

إن استراتيجية التكامل في إدارة حوض مائي ما، يجب أن تأخذ بالحسبان جميع العوامل البيئية والموارد الطبيعية في الحوض قيــد الدراســة. وهذا يتطلب اتِّبــاع ما يلي:

1 ـ إجــراء حصر للموارد الطبيعيــة في الحوض من ميــاه وأتربــة وغطــاء نبــاتي وحيوانات برية عن طريق:

ـ إجراء دراسة مفصلة للمناخ وخصائصه من حيث الأمطــار (الكمية، التــوزيع، الشدّة، الخ...) والحرارة والتبخّر والرياح، إلخ...

ـ إجراء دراسة مفصلة للأتربة بهدف تصنيفها تبعاً لقدراتها الإنتاجية.

ـ مسح للغطاء النباتي من غابات ومراع طبيعيــة من حيث المساحــة التي يغطيها في الحوض والنوعية والكثافة والإنتاج.

ـ تقدير فقد التربة عن طريق الانجراف وخاصة الانجراف المائي.
ـ جمع كل المعلومات المتعلقة بالفيضانات والسيول.
ـ معرفة خصائص تدفق المجاري المائية.
ـ مسح للزراعات الموجودة من حيث نوع المزروعات وطرق تهيئة الأرض للزراعة والدورات الزراعية والمَكْنَنة الخ...
ـ مسح للحيوانات البرية المنتشرة.

2 ـ إجراء حصر للموارد البشرية وخاصة:

ـ عدد السكان، التزايد السنوي، حجم العائلة، الهجرة من الشباب.
ـ المستوى التعليمي والتقني، التقاليد الاجتماعية ومدى تقبُّلها للتطور.
ـ المستوى الصحي.

وقد بيَّنا سابقاً أن التخطيط المتكامل للأحواض المائية هو من الأعمال المتعددة الاختصاصات التي تتطلب التعاون بين اختصاصيين من فروع مهنية مختلفة، وأن كل اختصاصي يجب أن يحاول دمج معرفته بمعارف الآخرين للخروج بخطة متكاملة.

إن أيَّ مخطط لحوض مائي، يجب أن يهيأ انطلاقاً من الخرائط التالية:

ـ خريطة طبوغرافية، إن المقياس الأكثر استعمالاً هو $\frac{1}{10.000}$ ، إلا أنه يمكن استعمال مقاييس أكبر أو أصغر.

ـ خريطة توضح ميل الأرض بواسطة منحنيات تبيِّن فئات أساسية من الميول:
.·. ـ 5%، 5-15%، 15-35%، 35-85%، أكثر من 85%.
ـ خريطة تبيِّن القدرة الإنتاجية للأتربة تبعاً للانحدار والأعماق والخصائص الكيميائية والفيزيائية وغيرها من التفاصيل.
ـ خريطة لانجراف الأتربة تبيِّن شدة الانجراف ونوعه وأسبابه إن أمكن.
ـ خريطة الغطاء النباتي من حيث النبت الطبيعي والمزروعات.
ـ خريطة مناخية تُبيِّن العوامل المناخية الأساسية المؤثرة في الانجراف وفي الإنتاج الزراعي، ولا سيما الكميات العظمى والصغرى للأمطار وشدة الأمطار، ودرجات الحرارة العظمى والصغرى التي لها التأثير الفعلي في الانجراف المائي وفي حياة النبات، كما أنه يجب تلافي الاعتماد على المتوسطات.

3.4.6 ـ تنوع الخصائص الحيوية للمناخات الجافة وعلاقتها بإدارة واستغلال المناطق الجافة

مقـدمـة

إن حسن استغـلال النبت الطبيعي من غابات ومراع، وإحياء وتطوير المناطق الجافة الواقعة ضمن مناطق المناخ المتوسطي، تتطلب معرفة عميقة للعلاقات الموجودة بين النباتات والبيئة. والمناخ هو أحد العوامل البيئية الرئيسية التي يرتبط بها توازن النبت الطبيعي والأسس التي تبنى عليها خطط إدارته واستغلاله استغلالاً رشيداً، والتي يتعلق بها استغلال المحاصيل الزراعية في الزراعة المرويّة والمطرية. كما أنه يؤثر في العلاقات بين النباتات والعوامل الأرضية تأثيراً واضحاً.

إن تأثير العوامل المناخية في النبت الطبيعي والمزروع يأخذ أهمية خاصة في المناطق التي تتميز بجفافها، لا سيما تلك التي تتميز بالجفاف والبرودة معاً، كما هو في بلاد شرقي المتوسط، حيث تنخفض درجة الحرارة انخفاضاً ملموساً في الشتاء مثل هضاب الأناضول والبادية السورية.

إن المناخات الجافة متنوعة من حيث خصائصها البيولوجية ومن حيث تأثيرها في النبت الطبيعي والمزروع، ولا بد معرفتها بشيء من التفصيل للتمكن من تكييف النبت مع المناخ، وإمكانية مقارنة هذه المناخات فيما بينها. كما أن دراسة خصائص هذه المناخات تعتبر من المبادىء الأساسية لوضع خطة متكاملة لإدارة واستغلال أحواض مساقط المياه.

1 ـ أهم الخصائص الحيوية للمناطق الجافة

للمناطق الجافة خصائص متميزة من حيث تأثيرها في الكائنات الحية، النباتية والحيوانية، ويمكن تلخيص هذه الخصائص بما يلي:

أ ـ تتبدل هذه الخواص تبعاً لطبيعة المناخ السائد سواءً كان مناخاً متوسطياً أو مدارياً أو قارياً. لذلك فإنه توجد مناطق جافة متوسطية ومناطق جافة مدارية ومناطق جافة قارية. ولهذه المناطق خصائص تختلف فيما بينها من حيث نمط توزُّع الأمطار على أشهر وفصول السنة والدورة الضوئية والحرارية، وبالتالي فإن نمط تأثيرها في النبت يكون مختلفاً تبعاً لطبيعة المناخ السائد. ففي المناطق الجافة المتوسطية تهطل الأمطار في الأشهر الباردة والباردة نسبياً بينما يكون الصيف الحار جافاً باستمرار، كما تتميز هذه المناخات بدورة ضوئية يومية وفصلية.

أما في المناطق شبه الجافة الخاضعة للمناخ المداري فتهطل الأمطار في الفترة التي تتناسب مع الفصل الحار في بلادنا، وهي تتميز بدورة ضوئية يومية فقط بحيث

لا تختلف مدة الليل والنهار إلا قليلاً. أما في المناطق شبه الجافة الخاضعة للمناخ القاري فهي تتميز بفترة أمطار تهطل في الربيع وبداية الصيف وتتميز بدورة ضوئية يومية وفصلية.

لذلك من الضروري أخذ نمط المناخات السائدة في المناطق الجافة بالحسبان عند المقارنة بينها، أو عندما يراد الاستفادة من الدراسات والتجارب في منطقة ما لتطبيقها في منطقة أخرى، وإنه من الخطأ المقارنة بين مناطق مناخية تتميز بكمية الأمطار السنوية نفسها وخاضعة لمناخات مختلفة من حيث توزيع الأمطار على أشهر وفصول السنة، ولها دورة ضوئية يومية وفصلية متباينة.

ب ـ من أهم خصائص المناخات الجافة وشبه الجافة، مهما كان نوعها، تبدّل كمية الأمطار من عام إلى آخر، علماً بأن شدة التبدُّل تزداد مع ازدياد درجة جفاف المنطقة. ولهذه الخاصة انعكاسات واضحة على حياة الإنسان في هذه المناطق، وعلى استغلال الغطاء النباتي الطبيعي والمحاصيل الزراعية والمياه.

كما تعتبر هذه الخاصة من العوامل المساعدة على التصحُّر إذا أسيء استغلال الغطاء النباتي والمياه والتربة، لا سيما إذا طالت الفترات الجافة التي تحصل من وقت لآخر دون إمكانية التنبؤ عن حدوثها، كما بيّنا ذلك فيما سبق (الأسباب المؤدية إلى التصحُّر). لذا يجب أخذ هذه الخاصة بالحسبان أثناء وضع خطط استغلال المناطق الجافة وشبه الجافة.

يبيّن الجدول - 14 - تبدلات الأمطار السنوية في محطتين في شمال القطر العربي السوري بين 1957 و1964.

جدول -14- تبدلات الأمطار السنوية في محطتي إعزاز وراجو في القطر السوري

السنة / المحطة	إعزاز	راجو	
1957	379.0	433.2	
1958	335.1	368.3	سنة جافة
1959	353.6	531.6	
1960	404.3	472.8	
1961	502.0	584.1	
1962	439.8	541.9	
1963	636.3	712.9	سنة رطبة
1964	419.0	544.0	
المتوسط	431	525.9	

يوضح الجدول -14- أن كمية الأمطـار السنويـة انخفضت إلى 335 مم في إعزاز عـام 1958 وإلى 368.3 مم في راجو في العـام نفسه، أي حصلت محطـة إعزاز عـلى كمية من الأمطار أقـل بمئة مم تقـريباً عن المتـوسط الذي هـو 431 مم وراجو عـلى 157.6 مم أقل من المتوسط.

بينما حصلت إعزاز في عام 1963 على 636.3 مم وراجو على 712.9 مم، أي أعـلى بكثير من المتوسط.

ج ـ ضمن المناخ نفسه، تختلف المناطق الجافة الخاضعة له تبعاً لخصائص لهـا تأثير مباشر أو غير مباشر في الحياة النباتية والحيوانية وفي المجتمعات البشرية.

وإذا أخـذنا المنـاخ المتوسطي كمثـال، وهو الـذي يهمنا في هـذه الدراسـة، فإن الخصائص الحيوية للمناطق الجافة المتوسطية تتغير تبعاً لما يلي:

- شدّة الجفاف الإجمالي.
- شدّة البرودة.
- نمط توزيع الأمطار على الفصول (النظام المطري الفصلي).
- شدّة الجفاف الصيفي.
- المجال الحراري بين الفترة الباردة والفترة الحارة من السنة.
- استقرار النظام المطري.

2 ـ تصنيف المناخات المتوسطية الجافة تبعاً لخصائصها الحيوية

يمكن تصنيف المناخات المتوسطية الجافة تبعـاً لخصائصهـا الحيويـة المذكـورة أعلاه كما يلي:

أ ـ التصنيف تبعـاً لشـدة الجفـاف الصيفي: إن الجفـاف الصيفي ليس لـــه الشدّة نفسها في جميع المناطق الخاضعة للمناخ المتوسطي.

إن المناخات الجافة في شرقي المتـوسط تمتاز بجفـاف صيفي شديـد مقارنـة مع المنـاخات الجـافة المتـوسطية في غـربيّ المتوسط وفي أستـراليا حيث يكـون الجفاف الصيفي مخففاً كما هو موضح في الجدول -15-.

جدول -15-

معدل الأمطار الصيفية والسنوية في بعض بلدان شرق المتوسط وغربه واستراليا

المحطة	البلد	الأمطار الصيفية	الأمطار السنوية
الاسكندرية	مصر	0.00 مم	203 مم
عمان	الأردن	0.00 مم	298 مم
دمشق	سوريا	0.00 مم	194 مم
حلب	سوريا	0.00 مم	325مم
حمص	سوريا	0.00 مم	452 مم
بغداد	العراق	0.00 مم	147 مم
الموصل	العراق	0.00 مم	392 مم
طرابلس الغرب	ليبيا	0.00 مم	414 مم
اغادير	المغرب	4.00 مم	287 مم
سفاقس	تونس	7.00 مم	197 مم
بنزرت	تونس	33.00 مم	625 مم
پالیرمو	ايطاليا	33.60 مم	625 مم
طحالا	تونس	63.00 مم	473 مم
أديلاييد	استراليا	65.00 مم	530 مم
بنديغو	استراليا	90.00 مم	525 مم

يبيِّن الجدول -15- أن محطتي حمص في سوريا وطحالا في تونس تحصل على أمطار سنوية متقاربة، إلا أن الأمطار الصيفية مختلفة، فهي معدومة في حمص، وتعادل 63 مم في طحالا.

ب ـ **التصنيف تبعاً للنظام المطري الفصلي**: تختلف المناخات المتوسطية الجافة فيما بينها تبعاً لتوزيع كمية الأمطار الفصلية العظمى والدنيا. ولهذا التوزيع أهمية بالغة من النواحي البيولوجية، ولا بد من أخذها بالحسبان عند استغلال المناطق الجافة. وفيما يلي عرض لهذه النظم المطرية السائدة:

إن كل نظام مطري يمكن أن يتميز بأربعة أحرف للفصول وهي:

خـ : خريف (أيلول، تشرين أول، تشرين ثانٍ).

ش : شتاء (كانون أول، كانون ثانٍ، شباط).

ر : ربيع (آذار، نيسان، أيار).

ص : صيف (حزيران، تموز، آب).

ترتب حسب تناقص متوسط الأمطار الفصلية

ـ النظام الأول: ش خ ر ص

في هذا النظام يكون الشتاء هو الفصل الأكثر إمطاراً ويـأتي بعده الخـريف، ثم الربيع، ويبقى الصيف جافاً كما هو ظاهر في المحطات التالية:

المحطة	ش	خ	ر	ص	المجموع
إسكندرية (مصر)	143 مم	42 مم	18 مم	12 مم	203 مم
وهران (الجزائر)	184 مم	116 مم	94 مم	11 مم	403 مم
صافي (المغرب)	143 مم	102 مم	78 مم	4 مم	327 مم

ـ النظام الثاني: ش ر خ ص

في هذا النظام يكون الشتاء هو الفصل الأكثر إمطاراً، وبعده الربيـع ثم الخريف والصيف ويبقى جافاً، كما هو ظاهر في المحطات التالية:

المحطة	ش	ر	خ	ص	المجموع
حلب (سوريا)	183 مم	95 مم	43 مم	4 مم	325 مم
سيدي بن عباس (الجزائر)	195 مم	116 مم	100 مم	20 مم	395 مم
وجدة (المغرب)	122 مم	113 مم	87 مم	20 مم	342 مم

يصادف هذا النظام في شرقي المتوسط خاصة (سوريا ـ العراق ـ لبنان ـ تركيا ـ الأردن).

النظام الثالث: ر ش خـ ص

وهنا يكون الربيع هو الفصل الأكثر إمطاراً، ثم يـأتي بعده الشتـاء ثم الخريف، ويبقى الصيف الفصل الأكثر جفافاً، كما هو ظاهر في المحطات التالية:

المحطة	ر	ش	خـ	ص	المجموع
انقرة (تركيا)	122 مم	115 مم	70 مم	52 مم	359 مم
مراكش (المغرب)	85 مم	81 مم	64 مم	12 مم	242 مم

النظام الرابع: ر خـ ش ص

وهنا يكون الـربيع هـو الفصل الأكثـر إمطاراً، ثم يـأتي الخريف ثم الشتـاء ثم الصيف، وفي هذا النظام يعتبر الشتاء الفصل الجاف الثاني بعد الصيف:

المحطة	ر	خـ	ش	ص	المجموع
إغدير (تركيا)	90 مم	62 مم	50 مم	44 مم	246 مم
Tebessa تبسَّة (الجزائر)	108 مم	93 مم	88 مم	49 مم	338 مم
guercif جَرْسِيَّة المغرب	77 مم	51 مم	47 مم	17 مم	192 مم

النظام الخامس: خـ ر ش ص

وهنا يكون الخريف هو الفصل الأكثر إمطاراً، ثم يأتي الربيع. أمـا الشتاء فهـو الفصل الجاف الثاني بعد الصيف:

المحطة	خـ	ر	ش	ص	المجموع
القيروان (تونس)	98 مم	85 مم	78 مم	25 مم	286 مم
ملثاوي (تونس)	44 مم	41 مم	39 مم	13 مم	137 مم
بودنيف (المغرب)	35 مم	30 مم	27 مم	10 مم	102 مم

النظام السادس: خـ ش ر ص

وهنا يكون الخريف هو الفصل الأكثر إمطاراً، ويأتي بعـده الشتاء ثم الـربيع ثم الصيف أكثر الفصول جفافاً:

المحطة	خـ	ش	ر	ص	المجموع
بسكرا (الجزائر)	54 مم	45 مم	44 مم	13 مم	156 مم
سوسة (تونس)	130 مم	115 مم	70 مم	12 مم	327 مم
سفاقس (تونس)	81 مم	59 مم	49 مم	8 مم	197 مم

ج ـ **التصنيف تبعاً لاستقرار النظام المطري**: إن النظام المطري ليس مستقـراً في كـل المناطق الجـافة الخـاضعة للنظـام المتوسطي. والحقيقـة أنـه إذا تم تحليـل

التــوزيع الفصــلي للأمطــار سنة بعـد سنة، يـلاحظ في بعض المحطات أن التــوزيــع غير متوسطي في بعض السنوات، أي أن الصيف لا يكون الفصل الأكثر جفافاً، بـل يكون الفصل الأكثر إمطاراً بحيث يصبح النظام المطري في هذه المحطة نظاماً قاريــاً من حيث التوزيع المطري الفصلي، كما هو موضح في محطة alpullu في تركيا.

في هذه المحطة يـدل متوسط الأمطـار الفصلية خـلال 16 سنة 1947-1963 عـلى نظام مطري متوسطي مخفف، إلا أن تحليل هـذا النظام سنــة فسنة يبـيِّن وجود 4 سنوات لا يكون فيها النظام متوسطياً بل قارياً، أي يكون الفصل الأكثر إمطـاراً هو فصل الصيف كما هو موضح فيما يلي:

العام	ش	ر	ص	خـ
1951	150.90	139.50	219.70	128.20
1955	247.50	69.00	280.70	218.80
1959	152.50	59.10	193.80	138.70
1960	199.00	158.60	216.80	101.70

هذه محطة تتميز إذاً بمناخ متوسطي غير مستقر، بينما نرى أن في محطة أبروج في ســوريا التي تتميـز بكمية الأمطـار السنويــة نفسها هي 575 مـم، يكـون النظام المطري الفصلي ثابتاً ومستقراً باستمرار. لذا فإنه لا يمكن اعتبار المحطتين متماثلتين بيولوجياً بالرغم من تساوي الأمطـار السنويــة إذ إنه في المحطــة التركيــة، يمكن أن تهطـل الأمطار في الصيف في بعض السنــوات، بينمــا لا تهطـل إطــلاقــاً في المحطــة السورية، ولهذا تأثير خاص في النبت الطبيعي والمزروع.

إن مثل هذه المحطات موجــود عادة في المناطق التي يلتقي فيها المنــاخ المتوسطي مع المناخ القاري، كما هو الحال في القسم الشرقي من تركيا.

د ـ التصنيف تبعاً لشدّة الجفاف الإجمالي والبرودة الشتوية. وقد اعتمـدنا عـلى طريقــة أمبرجيــه في هذا التصنيف التي تستنـد إلى المعامـل المطري الحــراري التالي:

$$Q = \frac{P}{\frac{(M+m)}{2}(M-m)} \times 1000$$

حيث: P : متوسط الأمطار السنوية بالمليمتر.

M : متوسط درجات الحرارة العظمى للشهر الأكثر حرارة بدرجات السنتيغراد.

m : متوسط درجات الحرارة الصغرى للشهر الأكثر برودة بدرجات السنتيغراد.

تحسب M و m ابتداءً من الصفر المطلق 273 = 0°c.
في هذا المعامل تمثل M – m المجال الحراري وتعكس أيضاً التبخُّر.

بشكل عام كلما صغرت قيمة المعامل كان المناخ أكثر جفافاً وبالعكس.

إلا أن القيمة الخاصة بهذا المعامل ليست لها دلالة بيئية إلّا إذا دمجت مع قيمة m متوسط درجات الحرارة الصغرى للشهر الأكثر برودة.

والحقيقة أن محطات كركوز في تركيا وحلب في سوريا وصافي في المغرب تقع في نفس الطابق البيومناخي نصف الجاف، إلا أن قيمة M مختلفة تماماً من محطة لأخرى كما هو موضح فيما يلي:

المحطة	m°
كركوز	– 15
حلب	+ 2
صافي	+ 8.2

لذا فإن هذه المحطات ليست متماثلة بيولوجياً ولا بيئياً.

يستعمل أمبرجيه مخططاً يضع فيه قيمة Q على محور العينات وقيمة m على محور السينات. وقد صُمم هذا المخطط بالمقارنة بين قيم Q والنبت الطبيعي (راجع المخطط).

واستناداً إلى هذا المخطط يقسم المناخ المتوسطي إلى مجموعة من الطوابق البيومناخية (الجيومناخية) التالية: الجاف جداً ـ الجاف ـ نصف الجاف ـ شبه الرطب ـ الرطب ـ فوق الرطب.

وتبعاً لهذا التصنيف فإن المناخات الجافة المتوسطية تناسب الطوابق البيومناخية الشديدة الجفاف والجافة ونصف الجافة. هذا وان كل مناخ أو طابق في هذه المناخات والطوابق يقسم بدوره إلى تحت مناخ وطابق علوي وأوسط وسفلي. كما يمكن تقسيمه أيضاً حسب قيمة m ومما هو ظاهر في المخطط. وقد اعتمد أمبرجيه في هذا التقسيم الحراري للمناخات والطوابق على قيم m التالية:

$m > 7°c$ ضرب حار ويتميَّز بعدم حدوث الصقيع.
$3 < m < 7$ ضرب معتدل ويتميَّز بحدوث صقيع بفترات نادرة.
$0 < m < 3$ ضرب متوسط البرودة ويتيمز بحدوث صقيع بشكل متكرر.
$m < 0$ ضرب بارد ويتيمَّز بفترات صقيع طويلة.

بعد دراسة المناخ المتوسطي في تركيا، اتضح أن المناطق الداخلية من تـركيا، لا سيما هضاب الأناضول، تتميز بمتوسطات لدرجات الحرارة الصغرى، للشهر الأكثر برودة، منخفضة جداً مقارنة مع بقيـة مناطق أخـرى لحوض المتـوسط (عن Nahal, 1972)، وبناء على ذلك تم اقتراح التقسيم التالي استناداً إلى قيم m السالبة:

$-3 < m < 0^\circ c$ ضرب بارد.
$-7 < m < -3^\circ c$ ضرب بارد جداً.
$m < -7^\circ c$ ضرب شديد البرودة جداً.

وباختصار تقسم المناخات الجافة المتوسطية إلى الضروب التالية:

مناخ شبه جاف ↙	علوي ↙	حار
		معتدل
مناخ جاف ←	أوسط ←	متوسط البرودة
		بارد
مناخ شديد الجفاف ↖	سفلي ↖	بارد جداً
		شديد البرودة جداً

هــ ــ التصنيف استناداً إلى طول الفتـرة الجافـة خلال العـام. يعتبر غـوسن Gaussen أن الشهر الجاف هـو الشهر الـذي يكون فيـه متوسط الأمطـار P مقدّراً بالمليمتر يساوي ضعف المتوسط الشهري لدرجات الحرارة مقدَّرة بالسنتيغراد، 2T، أو يقل عنه، أي يُعتبر الشهر جافاً عندما يكون $P \leqslant 2T$ حيث يمثل 2T التبخُّـر بشكل غير مباشر.

إن مجموع الأشهر الجـافة تشكـل الفترة الجـافة السنـوية، وهي تسمـح بتميُّز المنـاخات الجـافة فيمـا بينها من حيث طـول أو قصر هذه الفتـرة، ولهذا التصنيف أهمية بالغة في الزراعة الجافة والمروية وفي التشجير الحراجي والمثمر. إن ميـزة هذه الطريقة هي في استخدام معطيات مناخية سهلة القياس وسهلة الحصول عليها.

إلا أن أفضل طريقة وأدقها لتعريف الفترة الجافة السنوية هي التالية:

«الفترة الجافة السنوية هي الفترة التي يكون فيها ضيـاع الماء عن طـريق تبخُّر التربة والتبخُّر الكُلي للنبت أعلى من الأمطار الهاطلة خلال هذه الفترة».

ولـمـا كان قيـاس التبخُّر بشكـل مباشر عمليـة صعبة ومن العسـير تعميمـه عـلى المحطات كافة، فإنه من الممكن الإكتفاء بالمعطيات المناخية التي يجري قياسها بشكل عادي في محطات الرصد لحساب التبخُّر، كمـا فصّل ثـورنوايت Thornwaite عنـدما

عرف الفترة الجافة باستخدام مفهوم التبخُّر الكلي أي الماء العائد إلى الجو عن طريق تبخُّر التربة ونتح النباتات وتبخّرها.

من المهم التمييز بين:

1 ـ **التبخُّر الكلي الكامن Etp**: وهو كمية الماء الكلية المفقودة بحالة غازيّة لغطاء نباتي غزير، في نمو تام ويتغذى بالماء بشكل وافر جداً. وهو يمثل التبخُّر الكلي الأعظمي في مناخ معين، ويتعلق بالتأثيرات المتداخلة للميزان الإشعاعي والريح ودرجة الحرارة ورطوبة الهواء. تحسب قيمة ETp بواسطة معادلات وضعت لهذه الغاية مثل معادلة بلاينة وكرايدل ومعادلة ثورك.

2 **التبخُّر الكلي الحالي ETa أو الحقيقي ETr**: وهو كمية الماء الكلية المفقودة بحالة غازية لغطاء نباتي في الظروف الطبيعية.

إن التبخُّر الكلي الحقيقي أو الحالي هو، بالتعريف، أقل من التبخُّر الكلي الكامن أو يساويه. يستخدم مفهوم الـ ETp في الزراعة المرويَّة، بينما يستخدم مفهوم الـ ETa في دراسة النبت الطبيعي، إذ إنه من النادر أن تكون التربة مشبعة بالماء. لذا فإنه يمكن معرفة الفترة الجافة لمحطة معينة عن طريق حساب القيمة الشهرية للتبخرُّ الكلي الحقيقي أو الحالي، وكذلك قيمة الأمطار الشهرية المقابلة. والشهر الجاف هو الشهر الذي تكون فيه قيمة التبخُّر الكلي الحقيقي أكبر من الأمطار.

وهكذا فإن مجموع الأشهر الجافة المحسوبة بهذه الطريقة يحدد طول الفترة الجافة السنوية في هذه المحطة.

إن دقة حساب طول الفترة الجافة مرتبطة بدقة حساب قيمة التبخُّر الكلي الحقيقي.

و ـ شدة جفاف الفترة الجافة. إن أفضل طريقة للتمييز بين المحطات المختلفة، من حيث شدة جفاف الفترة الجافة، تكمن في حساب نقص الماء خلال الفترة الجافة، أي ETa-P (التبخُّر الكلي الحقيقي مطروحاً منه الأمطار خلال الفترة الجافة) ثم قسمة هذا النقص على الأمطار الهاطلة في الفترة الجافة، أو بتعبير آخر حساب

$$\text{النسبة} \quad \frac{ETa - P}{P}$$

كلما كانت قيمة هذه النسبة عالية، ازدادت شدة جفاف الفترة الجافة. بهذه الطريقة يمكن التمييز بين المناخات الجافة من حيث شدة جفاف الفترة الجافة السنوية. ولهذا أهمية تطبيقية عالية أيضاً في الزراعة البعلية والتشجير الحراجي والمثمر وفي إدارة المراعي والغابات الطبيعية.

4.4.6 ـ القدرة الإنتاجية للأتربة وأهميتها في إدارة أحواض مساقط المياه

أ ـ تصريف القدرة الإنتاجية للتربة

إن القـدرة الإنتاجيـة لتربـة معيّنة هي مجمـوعة الميـزات التي تجعلها مـلائمـة لاستخدام ما: إنتاج زراعي أو إنتاج نبت مستديم (مراع، غابات).

ترتبط القدرة الإنتاجية لتربة مـا بطبيعتها وبـوضعها الحـالي، كما تـرتبط بشكل وثيق أيضاً بالمناخ. إن أياً من هذه العوامل يستطيع لوحده، أو بالاشتراك مع عامـل آخر أو أكثر، أن يخفض بشكل ملحوظ القدرة الإنتاجية للتربة. وهكذا فإن الانحدار الشديد لبعض الأراضي في منطقة ما يمكن أن يكون عاملاً مقرراً لاستخدام الأتربـة في الزراعة، وبالتالي فإنه يعتبر عاملاً هاماً في تحديد فئة القـدرة الإنتاجيـة للأتـربة. وفي حالات أخرى، يمكن أن يكون وجود قشرة كلسية قاسية في التربة عامـلاً محدداً لاستعمالها، وكذلك الأمر بالنسبة لوجود أملاح الصوديوم في تـربة غضـارية قليلـة النفـوذية وغـير منحدرة. إن تـربة عـالية الخصـوبة عـلى منحدر شـديد، يمكن أن تخصص للنبت المستديم، للتشجير الحـراجي مثلاً، إذا كـانت الأمطار كـافية لنمـو الشجر أو للرعي إذا كانت المنطقة قليلة الأمطار.

ب ـ تصنيف الأتربة في أحواض مساقط المياه تبعاً لقدراتها الإنتاجية

إن وضع خطة شاملة لإدارة واستغـلال أي حوض مـائي يتطلب إعداد خـريطة لتصنيف الأتربة في الحوض تبعاً لقـدراتها الإنتـاجية، وذلـك للاستغـلال الأمثـل للأتربة مع تأمين حمايتها من الانجراف ومن بقية العوامل المدهورة للخصوبة.

إن خرائط الأتربة العادية تحتوي على معلومات علمية عديدة ومكثفة عن الأتربـة في منطقة معيّنة، مما يجعل من الصعوبة بمكان الاستفادة منها من قبل العـاملين في مجال الزراعة والحراج والمراعي، لأنها تعتمد على الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية وعلى درجة تطور الأتربة التي يحتاجها دارس التربة ومصنفها.

إلا أن الاختصـاصي في الزراعـة أو الحراج أو المـراعي، وكذلـك الاختصاصي في إدارة أحـواض مساقط الميـاه، يحتاج إلى معلـومات عن التـربة تسمـح له بـاتخـاذ القرارات اللازمة لاستخدامها في المجالات التي تتيحها قدراتها الإنتاجية. لذلـك فإن الاتجاه الحالي في إدارة أحواض مساقط المياه وفي الاستغلال الاقتصـادي للأتـربة، هو تصنيف الأتربة تبعاً «لقدراتها الإنتاجية»، وإعـداد خرائط تعتمـد على القـدرات الإنتاجية للأتربة المكونة للحوض.

إن تقويم الأتربة في هذه الحالة يرتكز على ميزات متنوعة وواسعة مقارنة مع خصائص الأتربة المعروفة، فهو يعتمد على انحدار الأرض، والمناخ، والانجراف، واحتمال حدوث الغمر بالإضافة إلى خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.

إن تقويم الأتربة بهذه الطريقة ذو فائدة تطبيقية عالية، إذ إنه يعتمد على قدرة الأتربة على الإنتاج. وعلى هذا الأساس تصنف الأتربة، في منطقة ما، إلى عدة فئات تبعاً لقدراتها الإنتاجية، وهذا ما يسمح للمسؤولين عن إدارة أحواض مساقط المياه، بتخطيط استخدام الأتربة في كل حوض من الأحواض.

ومن الجدير ذكره أن ما يعتمد عليه في تحديد فئات القدرات الإنتاجية للأتربة هو وجود بعض الخصائص الدائمة التي من الصعب تغييرها. فمثلاً يمكن رفع محتوى تربة ما من البوتاسيوم إذا كانت فقيرة بهذا العنصر، إلا أنه من الصعب تغيير انحدار الأرض ووجوده تحت تربة قاسية وغير نفوذة، وكذلك طبيعة المعادن الغضارية وقوام التربة والقدرة على الاحتفاظ بالماء.

من الناحية التقنية، يمكن تبديل العديد من عيوب التربة، إلا أن هذا التغيير يجب أن يدرس من الناحية الاقتصادية قبل اتخاذ قرار الاستصلاح.

ج ـ فئات القدرات الإنتاجية للأتربة

ابتدأت الولايات المتحدة الأميركية بالاهتمام بتصنيف الأتربة تبعاً لقدراتها الإنتاجية منذ ثلاثين عاماً تقريباً، وقد توصلت إدارة صيانة التربة إلى وضع تصنيف للأتربة حسب قدراتها الإنتاجية، تبعاً للانحدار والمناخ والانجراف واحتمال الغمر بالمياه، بالإضافة إلى خصائص التربة الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية.

ثم تبعتها دول أخرى بوضع أسس خاصة بها لتصنيف الأتربة حسب قدراتها الإنتاجية، إلا أن كل هذه الطرق يتطلب دراسة محلية واقعية لمعرفة مدى تكيّفها مع الشروط البيئية لدول أخرى ترغب في تصنيف أتربتها.

إن النظام الأميركي هو الأكثر شيوعاً، ويمكن تكييفه مع الشروط الخاصة في القطر السوري، وسنبينه فيما يلي:

تقسم الأتربة من حيث قدرتها الإنتاجية إلى أربع فئات رئيسية، وتقسم كل فئة إلى صفوف أو درجات، كما يقسم كل صف إلى عدة تحت صفوف.

الفئة الأولى: أتربة عالية الإنتاج ملائمة للزراعة. تقسم هذه الأتربة إلى ثلاثة صفوف:

- الصف الأول I: أتربة لا تحتاج إلى طرق خاصة لزراعتها.
- الصف الثاني II: أتربة تحتاج إلى طرق بسيطة لزراعتها.
- الصف الثالث III: أتربة تحتاج إلى طرق مكثفة لزراعتها.

الفئة الثانية: أتربة ملائمة للزراعة في شروط محدّدة مع اتباع طـرق زراعية مكثفة تحتـوي على صف وحيد هو:
- الصف الرابع IV.

الفئة الثالثة: أتربة غير ملائمة للزراعة ولكنها ملائمة لنبت مستديم.

- الصف الخـامس V: أتربـة لا تحتاج إلى أيـة طريقـة خاصـة عند استعمـالها وتستغل دون قيود.
- الصف السادس VI: أتربة يمكن استغلالها ولكن مع بعض القيود.
- الصف السابع VII: أتربة لا يمكن استغلالها إلا بوضع قيود قاسية.

الفئة الرابعة: أتربة غير ملائمة للزراعة وغير ملائمة أيضاً للرعي وللغابات.

وتحتوي هذه الفئة على صف واحد هو:
- الصف الثامن VIII.

ـ الفئة الأولى ـ
(الصف الأول والثاني والثالث)
أتربة عالية الإنتاج ملائمة للزراعة

إن الأتربة التابعة لهذه الفئة هي عالية الإنتاج من الناحية الزراعية، فهي عميقة نسبياً، وخالية من الحجارة أو تحتوي على قليل منها. إن الأتربة الرطبة منهـا يمكن زراعتها بعد صرفها. في المناطق الجافة وشبه الجافة، يجب أن تحتوي هـذه الأتربـة على مدخرات مائيـة أو أن تكون قـابلة للـري، إلا أنها يمكن أن تحتـاج إلى شيء من التسميد المعدني أو العضوي لتعويض العناصر المستهلكة من قبـل المحاصيـل. كما أنها تتطلب اتباع طرق تسمح بالمحافظة على جودة بنية التربة واتباع دورات زراعية تسهم في المحـافظة عـلى خصوبـة التربـة، وتساعـد عـلى التخفيف من الإصـابـات الحشرية والأمراض.

إن العوامل التي تميز الأتربة في هذه الفئة تتعلق بالعمليات والتدابـير الضرورية لتأمين إنتاج زراعي لفترة طويلة مع المحافظة على خصوبة التربة. إن هذه العوامـل

هي فيزيائية بالدرجة الأولى، مثـل الاستجابـة للانجـراف والانحدار وقـوام التربـة (الذي ترتبط به النفوذية وصرف المياه). في المناطق المروية، يؤخذ بالحسبان عـوامل أخرى إضافية كالملوحة مثلاً.

تحتوي هذه الفئة على ثـلاثة صفـوف تنحدر فيهـا القدرة الإنتـاجية من الصف الأول إلى الصف الثالث.

I ـ الصف الأول: أتربة لا تحتـاج إلى طرق خـاصة لـزراعتها وتعطي أعـلى إنتاج زراعي.

تتميز هذه الأتربة بكونها:

ـ أفقية وغير معرضة للانحراف المائي إلّا بحدود ضيقـة جداً، مهمـا كانت طـرق معالجتها. وبشكل عام فإن ميلها يكون أقل من واحد بالمئة.
ـ نفوذة وجيدة الصرف، سواء كان الصرف طبيعياً أم اصطناعياً.
ـ لا تتطلب أيـة قيود لاستعمـالها في الـزراعـة المكثفـة أو لاستغـلالهـا مـراعيَ مستديمة أو غابات. وهي لا تتطلب إلا طرقاً زراعية عادية للمحافظة على خصوبتها.
ـ تحتاج إلى تسميد معدني وعضوي عادي لتعويض العناصر الغذائية المستهلكة من قبل المحاصيل، وإلى اتباع طرق زراعية تحافظ على جودة بنية التـربة مثـل بقية صفوف الفئة الأولى.

II ـ الصف الثاني: أتربة تحتاج إلى طرق بسيطة لزراعتها.

يمكن زراعة هذه الأتربة باتباع طرق بسيطة، وهي أقل خصوبة من أتربة الصف الأول، وتتميز بما يلي:

انحدارها خفيف وتحتوي على نسبة أعلى من الحجارة كما أنها أقل نفوذية.
يُحد استخدامهـا بعدة عـوامل مثـل: احتمال انجـراف التربـة، عمق غير كـاف للتربة، ووجود بعض الملوحة الخفيفة أو المعتدلة، أو انخفاض في صرف المياه.

يمكن استخدام الأتربة التابعة لهذا الصف لزراعة محاصيل الصف الأول، ولكن بأسلوب زراعي أقـل كثافـة؛ وإذا تم اتباع الطـرق الزراعيـة نفسها، فـإنها تتطلب بعض التدابير البسيطة لصيانة التربة والمياه مثل: التدابير المتبعة لمكافحة الانجراف والمحافظة على المياه، أساليب بسيطة لصرف الميـاه والري ونـزع الحجارة وإضـافة الأسمدة.

في هذه الأتربة، يمكن اللجوء إلى الحراثة باتجاه خطوط التسوية والزراعـة بشكل

شرائط متناوبة، وزراعة نباتات التغطية، واتباع دورة زراعية تحتوي على البقوليات والنجيليات، وأحياناً إلى نظام بسيط في إنشاء المصاطب. وفيما يلي بعض الأمثلة على ذلك:

تربة مستجيبة للانجراف انحدارها 2%، يمكن زراعتها باستخدام عمليات صيانة بسيطة، مثل الزراعة بشكل شرائط متناوبة، والحراثة باتجاه خطوط التسوية.

تربة انحدارها 5% يراد زراعتها بأشجار مثمرة مع الري في هذه الحال، يمكن إجراء حراثة باتجاه خطوط التسوية، وعمل أحواض موازية لخطوط التسوية، ثم زراعة الأشجار المثمرة في هذه الأحواض.

تربة غضارية أفقية يمكن زراعتها بالري مع توقع مردود جيد، وذلك بعمل مصارف بسيطة لتلافي تشكل مستوى ماء أرضي راكد يمكن أن يؤذي الجذور أو يساعد في تمليح التربة في المناطق الجافة.

تربة لحفيّة غنية بالسِّلت Silt، انحدارها 5%، يمكن زرعها بنجاح باتباع طريقة الزراعات بشكل شرائط متناوبة.

III ـ الصف الثالث: أتربة تحتاج إلى طرق مكثفة لزراعتها.

إن هذه الأتربة هي أقل خصوبة من أتربة الصف الثاني، وتحتوي على العيوب التي تحد من إمكانية انتخاب المحاصيل للزراعة. كما أنها تتطلب، إلى ذلك، عمليات خاصة لصيانة التربة.

إن العيوب التي تحد من استعمال هذه الأتربة هي التالية:

- الأرض منحدرة ومنجرفة بشكل أخاديد.
- الحجارة كثيرة وكبيرة الحجم.
- النفوذية ضعيفة جداً.
- العمق قليل.
- القدرة على الاحتفاظ بالماء ضعيفاً.
- الخصوبة منخفضة.
- الملوحة أو القلوية متوسطة.
- البنية غير ثابتة.

يمكن زراعة هذه الأتربة بمحاصيل مستديمة إذا اتبعت بشكل دقيق ومكثف أفضل الطرق الزراعية. إن الصرف يمكن أن يكون ضرورياً في بعض الحالات، ويمكن أن يتبع نظام الصرف تحت التربة أو نظام صرف آخر.

ـ الفئة الثانية ـ
(الصف الرابع IV)
أتربة ملائمة للزراعة ضمن شروط محددة مع اتباع طرق زراعية مكثفة

إن ميزات هذه الأتربة هي كالتالي:

- الانحدار شديد جداً.
- الانجراف منشط.
- الصرف صعب وكذلك الري.
- الخصوبة منخفضة.
- النفوذية شديدة جداً في بعض الأحيان.
- العمق غير كاف.
- القلوية أو الملوحة مرتفعة.

يمكن استخدام هذه الأتربة في الزراعة ولكن بقيود محددة، وخاصة في ما يتعلق بانتخاب المحاصيل. ومن الضروري اتباع بعض الطرق لحماية التربة من الانجراف وصيانة المياه بشكل دقيق. من هنا ضرورة انتقاء المحاصيل لـزرعها بشكل خطوط متقاربة، وتلافي أية محاصيل أخرى خشية انجراف التربة وضياع المياه. وجدير بالذكر أن انتقاء المحاصيل يرتبط بوجود رطوبة عالية في التربة أو بمحاولة تثبيتها ومنعها من الانجراف. يبقى أن أفضل طريقة لاستخدام هذه الأتربة هي تغطيتها بنبت مستديم، رعوي أو حراجي.

من وجهة نظر صيانة التربة، فإنه من الخطأ إزالة الغطاء الحراجي عن هذه الأتربة لتحويلها إلى مراع، إلا عند الضرورة القصوى، إذ ذاك لا بد من اتخاذ الاحتياطات لمنع انجراف التربة.

مثال على هذه الأتربة: تربة غضارية انحدارها 15%.

إن الانحدار شديد جداً ولا يسمح باستغلال التربة لإنتاج محاصيل زراعية، بطريقة اقتصادية. في هذه الحال، يمكن زراعتها بأشجار حراجية أو بنباتات بقولية ونجيلية مستديمة للرعي ولإنتاج العلف، كما أنه من الضروري عدم حراثتها إلا قبل البذر مباشرة.

وفي كل الأحوال، لا بد من اتباع بعض الطرق التقنية الملائمة لحماية التربة من الانجراف عن طريق إنشاء مصاطب، والفلاحة باتجاه خطوط التسوية.

ـ الفئة الثالثة ـ
(الصف الخامس والسادس والسابع)
أتربة غير ملائمة للزراعة ولكنها ملائمة لنبت مستديم

تقسم هذه الفئة إلى ثلاثة صفوف استناداً إلى القيود المفروضة عند استعمال الأتربة.

V ـ الصف الخامس: أتربة لا تحتاج إلى أية طريقة خاصة عند استعمالها كما أنها تستغل دون قيود.

يجب أن تكون هذه الأتربة أفقية تقريباً أو غير حساسة للانجراف المطري أو الريحي، لذلك فإن استعمالها يتحدد بعوامل غير خطر الانجراف. من هذه العوامل:

- تعرضها إلى فترات متكررة من الغمر.
- كونها محجرة أو صخرية.
- تشكل مستنقعات صغيرة فيها.

يتألف هذا الصف إذاً من أتربة شديدة الرطوبة أو محجرة جداً، بحيث تصعب زراعتها؛ إلا أنه يمكن استخدامها لإنتاج العشب أو الخشب. هذا وإن استخدامها لا يتطلب أية طريقة خاصة ويكتفى بالعمليات العادية المتبعة في إدارة المراعي والغابات.

VI ـ الصف السادس: أتربة يمكن استغلالها ولكن مع بعض القيود.

إن هذه الأتربة غير قابلة للزراعة، كما انها تتطلب بعض القيود لاستغلالها في إنتاج العشب للرعي أو في إنتاج الخشب أو لتربية الحيوانات البرية. تكون هذه الأتربة عادة على منحدرات متوسطة، وهي بذلك معرضة للانجراف المطري أو الريحي. لذلك من الضروري اتباع الطرق التي تحد من الانجراف. بالنسبة للمراعي يجب تحديد الحمولة في الهكتار للمحافظة على الأتربة، وكذلك القيام بتوزيع جيد لمواقع مياه الشرب للحيوانات وفتح خطوط باتجاه خطوط التسوية.

مثال ذلك: تربة قليلة العمق ومحجرة ميلها 20% وقد عانت من انجراف التربة؛ يمكن استغلال هذه التربة بالتشجير الحراجي عن طريق إنشاء مصاطب حراجية.

VII ـ الصف السابع: أتربة لا يمكن استغلالها إلا بعد وضع قيود قاسية.

إن الأتربة التابعة لهذا الصف تقع عادة على منحدرات شديدة. كما أنها محجرة

منجرفة أو حساسة جداً للانجراف. إنها غير ملائمة للزراعة، كما أنـه من الضروري أخذ الاحتياطات اللازمة عندما يراد استغلالها في الإنتاج الرعوي أو الحراجي.

إن المنـاطق التي لا تعاني من الجفـاف، يمكن أن تستغل في إنتـاج الخشب بدلاً من الإنتاج الرعوي، على أن تؤخذ جميع الاحتياطات لحمـايتها من الإنجـراف وذلك عن طريق عدم اتباع طريقة القطع الكـلي والوقـاية من الحـرائق، ونقل الحـاصلات الحراجية باتجاه خطوط التسوية للحد من الانجراف.

يمكن استغـلال المنـاطق التي تعـاني من الجفـاف للـرعي، مـع أخـذ جميـع الاحتياطات لتنظيم الرعي.

ـ الفئة الرابعة ـ
(الصف الثامن VIII)
أتربة غير ملائمة للزراعة وغير ملائمة أيضاً للرعي والغابات

يحتوي هذا الصف على أتربة صخرية صعبة المسالك وشـديدة الانجـراف. إنها غير قابلة للزراعـة كما أنهـا لا تصلح لـلإنتاج الـرعوي أو الحـراجي على مستـوى اقتصـادي، إلا أنه يمكن الاستفـادة منها عن طـريق تخصيصهـا للحيـوان البـري وكمنتزهات طبيعية.

فيما يلي بعض الأمثلة:

ـ الأراضي القـاحلة التي لا يمكن أن يستفـاد منها للـرعي إلا بضعة أسـابيع في العام.

ـ الأراضي الجبليـة التي يمكن الاستفادة منهـا للإنتـاج الرعـوي، إلا أن الرعي يمكن أن يسبب انجرافاً للتربة أو انهيارات خطرة.

ـ المنحدرات الشديدة الصخرية التي لا تحمل إلّا بعض الشجيرات المتفرقة.

ـ المستنقعات.

ـ الشواطىء الرملية.

ـ الضفاف الوحلية للأنهار.

طريقة تحديد تحت الصفوف

في كل صف من صفوف القـدرات الإنتاجيـة السابقـة الذكـر، يمكن تمييز تحت صفوف، بالاستناد إلى طبيعة عيب التربة مثال ذلك:

ـ الميل للانجراف.

ـ الرطوبة العالية في التربة، وسوء الصرف أو احتمال الغمر.
ـ قلة عمق التربة الذي يمكن شغله بواسطة الجذور.
ـ القيود المناخية من حيث الجفاف أو البرودة... إلخ.

ويـرمز لكـل عيب بحرف يضـاف إلى صف التربـة في حال الـدراسـات الحقليـة وإعداد الخرائط. فمثلاً نكتب IIIe أو IIIs ويقصد بذلك أن التـربة تنتمي إلى الصف الثـالث وهي ميّالـة للانجـراف، أو أن التربـة تنتمي إلى الصف الثـالث وهي قليلـة العمق.

يلخص المخطط التالي استخدام الأراضي بأمانة، تبعاً لصفوف القدرات الإنتاجية.

جدول -16-
مخطط استخدام الأراضي تبعاً لصفوف القدرات الإنتاجية

التكثيف المتزايد لاستخدام الأراضي
←

صف القدرة الإنتاجية	حياة برية	حراج	رعي: محدود	رعي: معتدل	رعي: كثيف	زراعة: محدودة	زراعة: معتدلة	زراعة: كثيفة	زراعة: شديدة الكثافة
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

تزايد عيوب الأراضي والقيود في استخدامها مع انخفاض حرية انتقاء استخدام الأرض ↓

(عن Nyle C, Brady)

ملاحظة: المربعات المظللة تدل على استخدام الأرض بالنسبة لكل صف من صفوف القدرات الإنتاجية.

5.4.6 ـ مراقبة وصيانة المجاري المائية في أحواض مساقط المياه

1 ـ تثبيت الأخاديد

أ ـ تعريف الأخدود وطرق تشكله وأضراره.

يعرف **الأخدود** gully بأنه مجرى حفرته المياه وكبر حجمه لدرجة أن مـرور آلات الحـراثة لا يمكن أن يمحـوه. عند بـداية الانجـراف يتشكل خط رفيـع ثم يتوسـع ويتعمق هذا الخط مع اشتداد الانجراف حتى يتحول إلى أخدود واضح المعالم، وهو يتعمق باستمرار مع اشتداد الانجراف لدرجة أنه يمكن أن يصبح ممراً خطـراً لمياه السيول.

تتشكل الأخاديد بسهولة في الأراضي المنحدرة الخالية من النبت، حيث تتم أعمال الحـراثة بشكـل سيء لا سيما الحـراثة بـاتجاه خطـوط الانحدار. تسبب الأخـاديد أضراراً شديدة عن طريق إفقار التربة وسد الخزانات وأقنية تصريف المياه وتجفيف الحقول المجاورة والتعدي على طرق المواصـلات وتخريب الجسـور والمجاري المـائية بالحفر المستمر لجوانب الأخاديد وقعرها.

ب ـ وسائل تلافي تشكل الأخاديد. إن الوسيلة الأساسية التي تساعد على تلافي تشكـل الأخاديـد هي وضـع مخطط لاستغـلال الأراضي يسمح بحمـاية التـربـة من الانجراف والمحافظة على خصوبتها عن طريق:

- انتقاء طرق حراثة الأرض تبعاً للانحدار.
- انتقاء دورة زراعية ملائمة.
- زراعة محاصيل التغطية.
- اتباع الزراعة الشرائطية وإنشاء المصاطب حسب درجات الانحدار.
- تغطية التربة ببقايا المحاصيل.
- تغطية الأراضي الشديدة الانحدار بالأشجار الحراجية لحمايتها من الانجراف.

ج ـ طرق تثبيت الأخاديـد. يتعلق انتخاب طـرق تثبيت الأخاديـد بعدة عـوامل هي:

- عمق واتساع الأخدود.
- انحدار الأرض.
- طبيعة التربة.
- موضع الأخدود.
- مشاكل اقتصادية ومالية.

يجب انتقاء الطريقة الاقتصاديـة التي تؤمن في الوقت نفســه أفضل وقـاية لكـل حالة من حالات تثبيت الأخاديـد. وفي جميع الأحـوال، يجب دراسة كلفـة العمليات التي يتطلبها إلغاء أخدود ما وطبيعة الوقاية التي يجب تـأمينها من حيث إمكـانيات استخـدام الأرض أولاً، ومن حيث الوقـايـة التي يمكن أن تؤمنهـا هـذه الأسـاليب للأراضي المجاورة ثانياً.

مثـال ذلك: إن ردم الأخـدود بشكل تـام هي عملية بـاهظة الثمن، إلا أنــه يمكن اللجـوء إليها أحيـاناً، إذا كـانت الحاجـة تقضي بمرور الآليـات وإنشـاء المصـاطب المدرجة.

إلا أنـه في غالب الأحيـان يُصار إلى تثبيت الأخـاديد وليس إلى ردمهـا عن طريق استخدام النباتات غالباً أو بالوسائل الاصطناعية أحياناً (سدود، حواجز، مزالق).

ونعرض فيما يلي، الأساليب المتبعة في تثبيت الأخاديـد حسب الحالات المختلفـة، علمـاً بأنـه من العبث اللجوء إلى تثبيت الأخـاديـد إذا لم يتبـع نظـام إداري جيـد للاستغلال الرشدي للأراضي التي تطل على هذه الأخاديد، وذلـك عن طريق الحـراثة تبعاً لخطوط التسوية أو إنشاء المصاطب للحـد من جريـانْ المياه وانجـراف التربـة وبناء المصارف لإبعاد المياه عن الأخاديد.

1 ـ التثبيت بواسطة النبت الطبيعي. عندما تبعد المياه التي تسبب الانجراف عن الأخـاديد، يعـود النبت الطبيعي بالتـدرج ويستعمر الأتـربـة ضمن الأخـاديـد وذلك مهما كانت أبعادها، لا سيما إذا تمت حمايتها من الرعي ومن الحرائق.

هذا ويمكن المساعدة في عودة النبت الطبيعي واستقراره على المنحدرات الشديدة ضمن الأخاديد بتسوية المنحدرات الشديدة بالبولدوزر وبتغطيتها بأغصان جافة.

2 ـ التثبيت بـواسطة زراعـة النباتـات الخشبية والعشبيـة. عندمـا تكـون النباتات الطبيعيـة في المنطقة غـير قادرة أن تقـوم بمنع الانجـراف، وعندمـا توجـد رغبة في زراعة أنواع نباتية محددة لفائدتها في تثبيت التربة أو لفائدتها الاقتصادية، يمكن اللجوء إلى زراعة أنواع خشبيّة أو عشبية لتثبيت الأخاديد.

زراعـة الأعشاب. إن اللجـوء إلى الأعشاب فعّـال جـداً للحـد من الإنجـراف في الأخاديد وتثبيتها إذا كانت الظروف البيئية، لا سيما ظروف التـربة والمناخ، ملائمـة لهذا الغرض. إن تربة مغطاة بمرج تتحمل المياه الجارية بسرعة كبيرة أكثر من تربة مشجرة. إن النجيل *Cynodon dactylon* يعطي نتائج جيدة لهذا الغرض. فهو نبات

نجيلي متحمل للظروف البيئية القاسية ويثبت التربة بشكل جيد، ويمكن استعماله للرعي.

إذا كنا نرغب في الحصول على غطاء نباتي بشكل فوري، يمكن اللجوء إلى قطع من المروج تنقل إلى الأخاديد وتوضع بعضها بجانب بعض بحيث تغطي المساحة كلها أو جزءاً منها بشكل شرائط عمودية في اتجاه سيل المياه، وذلك بعد تسوية المنحدرات المائلة. إن هذه العملية مكلفة ومن الصعب اللجوء إليها باستمرار، إلا أنه يفضل اللجوء إليها في النقاط الحساسة، لا سيما في المنطقة التي يبدأ فيها الأخدود في التكوّن، أو على طول مجاري الأنهار أو في قاع الأخدود حيث يخشى الانجراف. وبشكل عام يمكن القول إن اللجوء إلى قطع المروج يتم في المناطق المعرضة لانجراف شديد حيث يكون من الصعب أو المستحيل خلق غطاء نباتي عن طريق بذر العشب.

يمكن تحسين تغطية المنحدرات المائلة بنبت عشبي عن طريق **البذر بالرش** cloud seeding ويتم البذر بواسطة مرشات خاصة ترش البذور مختلطة مع مادة لاصقة من مشتقات البترول ومواد مخصبة. وقد استعملت هذه الطريقة حديثاً في عديد من البلاد لتثبيت المنحدرات على جوانب الطرقات العامة أو السكك الحديدية وأعطت نتائج جيدة تماماً. هذا ويمكن تسهيل استقرار النباتات العشبية على المنحدرات الشديدة الانحدار عن طريق إنشاء أخاديد صغيرة باتجاه خطوط التسوية.

زراعة النباتات الخشبية. يمكن اللجوء إلى زراعة النباتات الخشبية الموجودة طبيعياً في المنطقة لوحدها أو مع أشجار أجنبية متكيفة مع البيئة. إن وجود الأشجار يسهل عودة النبت الطبيعي الذي يعتبر الحل النهائي الفعال في تثبيت الأخدود، ويساعد في تطوره باتجاه الأوج.

عندما تكون الأخاديد صغيرة أو متوسطة، يمكن تثبيتها بزراعة نباتات خشبية بشكل خطوط عمودية على خط جريان المياه، وبحيث تكون المسافة بين الغرسة والأخرى من 10 إلى 15 سم، وبحماية هذه النباتات بصفوف من الأوتاد الخشبية بطول 30 سم توضع خلف الغراس كي تستفيد هذه من التربة المحجوزة بواسطة الأوتاد.

إن هذه الأوتاد الخشبية تساعد في احتجاز التربة حولها عن طريق التخفيف من الانجراف المائي، وهي بالتالي تساعد على عودة واستقرار النبت الطبيعي. وحتى يكون وجود هذه النباتات الخشبية فعالاً، يجب أن تكون الخطوط متقاربة بعضها من

بعض، كما يفضل عـدم اللجوء إليهـا إلا في المنحدرات القليلـة الميل، وإلا كـان من الضروري تخفيف الميل بإنشاء مصاطب صغيرة، تتم فيها الزراعة.

من النباتات التي يمكن استعمالها تبعاً للظروف البيئية:

- في المناطق الرطبة وشبه الرطبة:
اكـاسيـا سيـانـوفيـلا *Acacia cyanophylla* الايلنطس *Ailanthus glandulosa* الطرفاء *Tamarix pentendra,* الروبينيا*Robinia pseudoacacia* .

- في المناطق شبه الجافة:
زيتون بوهيميا *Elegnus engustifolia* الايلنطس *Ailanthus glandulosa* السماق *Rhus coriaria* الطـرفـاء المفصليـة*Tamarix articulata* السـدر *Zizyphus spina-christi*.

- في المناطق الجافة:
الرتم، *Retama Reatam* السماق والطرفاء المفصلية والسدر.

3 ـ التثبيت بـواسطة المنشـآت الاصطنـاعيـة: إن الهـدف من إقـامـة هـذه المنشآت الاصطناعية هو تخفيف ميل مجرى المياه لتسهيل نمو النباتات وانتشارهـا بحيث تشكل وسيلة دائمة للحماية في نقاط من الصعب حمايتها بوسائل أخرى.

يجري اللجوء إلى الإنشاءات الاصطناعية بشكل عام، في الأخاديـد التي ستتلقى فقط مياه الجريان الصادرة عن المنحـدرات المجاورة وحسب. كمـا أنه يفضـل، كلما كان ذلك ممكناً، زيادة فعالية هذه المنشآت عن طـريق تسهيل استقـرار ونمو النبت الطبيعي.

تقسم هذه المنشآت إلى قسمين رئيسيّين: المنشآت المؤقتة والمنشآت الدائمة..

المنشآت المؤقتة

تستعمـل هذه المنشــآت عندمـا يكون حجم المـاء الذي سيجـري في الأخـدود لا يتجاوز حجم الماء الذي يسمح بنمو نباتات جيدة التثبيت في التربة. في هـذه الظروف يمكن اللجـوء إلى إقــامــة ســدود مؤقتــة حتى يتم استقــرار النبت الطبيعـي أو الاصطناعي.

في هذه الحالة تنشأ السدود باستعمال الأغصان أو الأوتاد الخشبية أو المعـدنية والأحجار. وقد دلّت التجارب أن استعمال عدة سدود بـارتفاع منخفض أفضـل من استعمال سد عال له ارتفاع مكافىء للسدود المنخفضة.

يجب أن لا يتجاوز ارتفاع السد المؤقت 45 سم في المكان الذي تنصبّ منه المياه.

كما يجب أن تنفذ قاعدة السد عميقاً في قاع الأخدود وفي جوانبه لتـلافي الفقدان من الأسفل ومن الجوانب.

يـوجد نـوعان رئيسيَّـان من السدود المؤقتـة: سدود من الأغصـان وسـدود من الحجارة.

إن أفضل حجارة لإقامة السدود هي الحجارة المسطحـة. في حال عـدم توفـرها، يمكن اللجوء إلى حجارة مستديرةعلى أن توضع داخل شبكة حديدية.

المنشآت الدائمة

وهـي منشـآت تستخدم عنـدما يكـون حجم الماء الجـاري كبيراً لـدرجة لا يمكن من النـاحية العمليـة تنظيمه بـواسطة النبت. في هـذه الحالـة يتم إنشاء سـدود أو **مزالق** waterfall ترابية أو اسمنتية مسلحة أو معدنية من قِبَل اختصاصيين. هـذا ومن الضروري حماية الخزانات من الانجرافات والطمي عن طـريق حمايـة الحوض المائي المطل عليها من الانجراف المائل باتباع أفضل السبل في استخدام الأرض.

2 ـ حماية حواف المجاري المائية

إن انجـراف حواف مجـاري المياه يمكن أن يحـدث حتى بعد الثبـات الظاهـري لسريـر النهر، كمـا أن كافـة الأعمال التي تتم في القسم العُلـوي للمجرى يمكن أن تكون لها انعكاسات على القسم السفلي منه.

من الضروري جـداً الاهتمـام بحمـايـة حـواف مجـاري الميـاه، ففي كـل تـدفق استثنـائي للمجرى، تـأخذ الميـاه جزءاً من تـربة الحـواف، مما يؤدي إلى خسـارة الأتربة بالنسبة للمزارع، ويسبب تأثـيرات سيئة عـلى الطرقـات المجاورة للمجـاري المائية.

يمكن حماية حواف مجاري الميـاه بزراعـة أشجار بـالإضافـة إلى مكاسر مؤقتـة حجرية توضع في أماكن محددة كما سيوضح فيما بعد. كما يمكن زيادة فعاليـة هذه الحماية بإنشاء غطاء من المرج على طول مجرى النهر داخـل المنطقة المشجرة، ومن الضروري تحديد الرعي داخل هذه المنطقة لمنع تدهور التربة.

أ ـ زراعـة الأشجار. إن لـزراعة الأشجـار على طـول مجرى النهـر بالقـرب من الحواف فعالية أكيدة في حماية هـذه الحواف من الانجـراف. ومن الضروري أن تتم زراعتها في الوقت الذي تقام فيه المكاسر.

يستفاد من الأشجار التالية السريعة النمو حول مجاري المياه في شرقي المتوسط:

الحور الأسود الحموي *Populus nigra f. hamoui*، الحور الأبيض الرومي *Populus alba f. roumi*، الدلب الشرقي *Platanus orientalis*، الطرفاء بأنواعها *Tamarix sp.*، الصفصاف بأنواعه *Salix sp.*.

ب ـ إنشاء المكاسر. تنشأ المكاسر تبعاً لقواعد دقيقة. فالمكسر الأول يتم إنشاؤه عند المنعطف، في المكان الذي تصطدم عنده المياه (انظر الشكل)، بحيث يشكل وجهه الأمامي مع العمود النازل على الحافة زاوية مقدارها 45° وحيث الرأس A متجه نحو الداخل. إن الخط الوهمي XA الموازي لاتجاه جريان المياه، يقطع حرف النهر عند النقطة B، وهي منتصف المسافة بين المكسر الأول والمكسر الثاني. وبهذه الطريقة يتم تعيين مكان المكسر الثاني.

يتم تعيين المكسر الثالث عند نقطة تقاطع الخط الوهمي 'AA مع حرف النهر. وبشكل عام فإنه يتم إنشاء مكسر ثانوي قبل المكسر الأول لحماية هذا الأخير. يفضل صناعة المكاسر من حجارة موضوعة ضمن شبكة معدنية وبارتفاع يراوح بين 1.5 و2.5م لقلة تكاليفها ومتانتها ومرونتها.

ولكي تقوم هذه المكاسر بدورها يجب أن لا يزيد طولها عن $\frac{1}{4}$ أو $\frac{1}{3}$ عرض سرير النهر.

3 ـ مكافحة السيول

السيول مجار مائية غير منتظمة الجريان، تتدفق منها المياه بصورة مؤقتة وفجائية، وهي تظهر بعد الأمطار الشديدة وتجف بعد زوالها. انحدارها شديد وتمر ضمن مناطق سهلة الحفر وتحمل معها مواد متنوعة وتسبب أضراراً شديدة للقرى والمزارع والطرقات الخ... ويتألف السيل من: حوض الاستقبال أو التجمع وقناة الجريان ومخروط التفريغ.

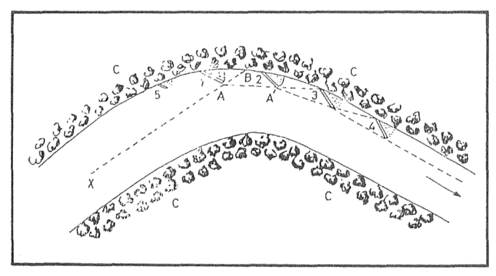
تتمُّ مكافحة السيول على مستويين:

أ ـ يجب قبل كل شيء المحافظة على النبت الحراجي الطبيعي في مناطق حوض مساقط المياه وقناة الجريان بهدف التخفيف من الجريان السطحي لمياه الأمطار. كما يجب إعادة تشجير المناطق التي فقدت غطاءها الحراجي لسبب أو لآخر. مع الأخذ بالحسبان الشروط البيئية الملائمة للتشجير، بحيث يتم انتخاب أشجار أو شجيرات تبعاً للظروف البيئية السائدة.

ب ـ إن النبت الحراجي يمكن أن يساهم في الحد من أضرار السيول، غير أنه لا يكفي وحده بل من الضروري إنشاء مجموعة من السدود العرضانية في قناة



تبين الصورة سداً حجرياً لتثبيت أُخدود صغير



مكاسر لحماية حواف المجاري المائية

4,3,2,1 = مكاسر رئيسية 5: مكسر ثانوي C: شريط مشجر

الجريان وحتى في حوض الاستقبال، لكسر سرعة المياه، وبالتالي للحد من قدرتها على الحت.

إن بناء السدود على مجرى السيل، دون حماية أراضي حوض الاستقبال من الانجراف، لا يشكل حلاً فعَّالاً لمكافحة السيول والتخفيف من الفيضانات ومن أضرارها. من الضروري الاهتمام بوضع نظام لاستغلال هذه الأراضي بحيث يكفل حمايتها من الانجراف. فقد لوحظ في العديد من البلدان أن بناء السدود على مجاري السيول، مع إبقاء الرعي الجائر على المنحدرات، قد أدّى إلى زيادة الفيضانات وزيادة حدة السيول.

مع الزمن، تمتلىء الخزانات خلف السدود بالمواد المترسبة ويغزوها النبت الطبيعي، بحيث يمكن أن ينطفىء السيل أو تخف حدته إلى حد أدنى.

6.4.6 ـ الاعتبارات البيئية في إدارة واستغلال أحواض المساقط المائية

1 ـ مقدمة:

إن لمشاريع ضبط الأنهار تأثيرات إيجابية أكيدة بالنسبة لحياة الإنسان الاقتصادية والاجتماعية. إلاّ أن التاريخ القديم والحديث أثبت ان ثمة تأثيرات بيئية سلبية ترافق هذه المشاريع. من الضروري إذاً معرفة هذه التأثيرات وأخذها بعين الاعتبار للعمل على تلافيها أو الحد من آثارها الضارة، وبخاصة على الإنسان الذي هو جزء لا يتجزأ من البيئة.

وفي الواقع أن بعض مشاريع ضبط الأنهار الناجحة في العالم قد أظهرت أنه بالإمكان تخفيف الآثار السلبية على البيئة إلى حدها الأدنى، إذا أخذت الاحتياطات اللازمة أثناء دراسة المشروع وأثناء تنفيذه وبعد الابتداء باستثماره.

تؤثر مشاريع ضبط الأنهار في:

- النظم البيئية المحلية.
- خصائص وإنتاجية الأراضي المروية.
- الإطماء خلف السدود.
- التبخر من سطوح الخزانات المائية الواسعة.
- الأعشاب المائية.
- الثروة السمكية.
- الصحة العامة.
- الحياة الاجتماعية.

سوف نبحث فيما يلي في تأثير مشاريع ضبط الأنهار والمجاري المائية في الإطماء خلف السدود، والدور الذي تلعبه الغابات وأنواع النباتات المختلفة في الحد منه.

2 ـ التأثير في الإطماء:

إن **الإطماء** silting يسبب مشاكل خاصة في مشاريع ضبط الأنهار. فالترسُّب الشديد في الأقنية هو مشكلة عادية في مشاريع الري، تؤدي إلى التخفيف من فعالية شبكة الرّي وإلى زيادة تكاليف الصّيانة. كما أن الإطماء المتسارع للخزانات أو البحيرات الاصطناعية يقلل من فعالية توليد الطاقة الكهربائية ومكافحة الفيضانات وري المزروعات، ويؤدي الى خسارة كبيرة من غير المألوف حسابها في مشاريع ضبط الأنهار.

إن الطمي يسبب مشاكل صعبة في خزانات السدود وبخاصة في السدود الصغيرة. إن مشكلة الطمي داخل الخزانات لا تُعطى عادة استحقاقها من الدراسة قبل إنشاء السدود، مما يفسر المفاجآت غير السارة للحكومات والمزارعين.

ومن الأمثلة على ذلك أنه عندما بُدىء بإنشاء سد أنشيكايا في كولومبيا عام 1947، اعتقد المهندسون المستشارون بأن الأنهار المدارية لا تحمل إلاّ كميات قليلة من المواد القابلة للترسب، ولذلك لا يوجد خطر مبكر من الإطماء، وكم كانت دهشة المسؤولين كبيرة عندما لاحظوا أن سعة الخزان قد انخفضت إلى ربعها تقريباً نتيجة الطمي المترسب خلف السد وذلك بعد 21 شهراً فقط من الانتهاء من بناء السد.

لقد بيَّنت الدراسات والملاحظات في عدد كبير من الخزانات، أن الحسابات التي تجري قبل بناء السدود لا تتحقق تماماً، إذ لوحظ أن قطع الغابات والاستغلال السّيء للأراضي الزراعية يسبب تنشيط الانجرافات التي تحملها الأنهار باتجاه الخزانات، مما يؤدي إلى تسريع عملية الإطماء.

وبشكل عام ترتبط شدة الانجرافات، وبالتالي شدة الإطماء في خزانات السدود، بثلاثة عوامل هي:

ـ طبيعة المناخ السائد في الأحواض المائية.
ـ طبيعة الأراضي المكونة للأحواض المائية وانحدارها.
ـ طبيعة الغطاء النباتي وطرق استغلال الأراضي زراعياً في الأحواض المائية.

طبيعة المناخ السائد في الأحواض المائية. للمناخ تأثير واضح من الانجرافات الناتجة من الأحواض المائية وبالتالي في عملية الإطماء، ففي البلاد التي تتميز بمناخ متوسطي، تهطل الأمطار في الفصول الباردة نسبياً وتتركز على أيام محدودة من

السنة، كما تسقط بشكل زخات قـوية. إن هـذا النمط في توزيـع الأمطار وهطـولها، يحرِّض في الأراضي العاريـة والمنحدرة انجـراف التربـة وتشكُّل السيـول الفجائيـة. بالاضـافة إلى ذلك، يسبب ذوبان الثلوج المتراكمة في أعالي الجبال، عند بداية الربيع، انجرافاً شديداً للتربة وسيولاً على المنحـدرات، وبخاصـة إذا كان الـذوبان فجـائياً نتيجة لارتفاع استثنـائي في درجة الحـرارة، كما يـزيد من التـرسب خلف السدود المقامة على مجاري الأنهار.

طبيعـة الأراضي المكونـة لـلأحـواض المـائيـة. إن لطبيعـة الأراضي المكوِّنـة للأحواض المائية أهمية بالغة في طبيعة جريان المياه وشدّة الانجرافات ونـوعيتها. إن الأراضي الغضارية والمارنية الطرية تكون سهلة الجـرف إذا كانت عـارية من غطـاء نبـاتي يحميها من التـأثير الجـارف للمياه. وكثيـراً ما تنطلق كتـل طينية كبـيرة على مستوى مائل تحت تأثير المياه النافذة إلى داخل الكتلة، وتسبب أحياناً أضراراً كبيرة كالازدياد الفجائي في حجم المواد التي يحملها النهر. إن مثل هذه الانـزلاقات يمكن أن تؤدي في بعض الحالات إلى تصدع السدود وانهيارها، وخاصة إذا كانت ترافقها زخـات مطريـة قويـة. أما الأراضي الصخـرية القـاسية والمتشققـة، مثل الصخـور الكلسية الجوراسية، فإنها تمتص مياه الأمطار التي تنفذ داخل شقوقهـا ولا تسبب سيولاً سطحية.

طبيعة الغطاء النباتي وطرق استغلال الأراضي في الأحواض المائية. للغطـاء النباتي أهمية بالغة في جريان المياه على سفـوح الأحواض المـائية وفي طبيعـة وكمية المـواد التي تحملها الأنهـار. فالأحـواض المائيـة المغطاة بغـابات كثيفـة يخف فيها الجريان السطحي لمياه الأمطار، مما يخفض إلى حد كبـير من انجراف التـربة ومن حدوث السيول. وهذا يرجع إلى الوجود المستمر للغطاء الحراجي وإلى البنية الطبقية للغابة التي تساعد على امتصاص صدمة الزخات المطـرية (التي تسيـل بهدوء عـلى فروع وجذوع الأشجار بعد اصطدامها بالأشجار) ممـا يساعـد على نفـوذها داخـل التربة.

إن الغابات القليلة الكثافة والمتدهورة تخف حمايتها للتربة تبعاً لدرجة تـدهورهـا وقلة كثافتها.

أما الأغطية النباتية الأخرى، مثل الأشجار المثمرة والمحاصيل الـزراعية، فـإنها تؤمِّن للتربة حماية من الانجراف أقل بكثير من الغطاء الحراجي، وبشكل خاص على المنحدرات، إلّا إذا كانت مزروعة على خطوط التسوية أو على مدرجات.

إن سوء استغلال الإنسان للغطاء النباتي والأراضي الزراعية في الأحواض المائية يؤدي إلى زيادة كبيرة في انجراف التربـة، وبالتـالي إلى زيادة في المـواد التي تحملها

الأنهار والتي تعتبر من أهم مشاكل التلوث في عصرنا الحالي.

لقد أجريت في الولايات المتحدة الأميركية من 1959 إلى 1961 دراسات على 16 حوضاً مائياً في ولاية المسيسيبي لمعرفة تأثير طرق استغلال الأراضي في انجراف التربة. تمت هذه الدراسات في مناطق منحدرة مغطاة بالغابات بحيث أن مجرد قطع الغابات يرفع فجأة نسبة جريان المياه وانجراف التربة. وقد أوضحت النتائج أن المناطق المغطاة بالغابات لا تفقد إلاّ كمية بسيطة من التربة - أقل من طن واحد/هكتار/سنة - وأن الانجراف الناتج في أراضي المراعي الطبيعية هو أعلى من ذلك إلاّ أنه يبقى غير خطر - أربعة أطنان/هكتار/سنة -. أما الأراضي المزروعة بالذرة الصفراء فيخسر بعضها 54 طناً/هكتار/سنة من التربة، وبعضها الآخر 106 أطنان/هكتار/سنة من التربة في حالة الزراعة على المنحدرات دون أخذ الاحتياطات للحد من الانجراف. أما في الأراضي التي استعملت فيها الوسائل الملائمة للحد من الانجراف، والحراثة باتجاه خطوط التسوية أو على مدارج، فلم يتجاوز الانجراف ثمانية أطنان/هكتار/سنة. أما في المزارع المتروكة حيث توجد أخاديد نتيجة الانجراف الشديد، فقد وصلت كمية التربة المنجرفة إلى 450 طناً/هكتار/سنة.

يتضح مما سبق أن كمية المواد المنجرفة من الأحواض المائية المغذية للأنهار تختلف من منطقة إلى أخرى تبعاً لطبيعة المناخ وطبيعة التربة وشدّة الانحدار وطبيعة كثافة الغطاء النباتي ونوع المحاصيل وطرق زراعتها، إلاّ أن العلاقة الأساسية هي التالية:

عندما تقطع الغابات في الأراضي المنحدرة لتحويلها إلى أراضٍ زراعية، أو في حال القطع الجائر للأشجار أو الرعي الجائر داخل الغابات، فإن كميةً التربة المنجرفة والتي تحملها الأنهار تزداد بشدّة، وبالتالي يزداد الإطماء خلف السدود.

إن ما تقدم يبيّن أنه يتوجب على المخططين لمشاريع ضبط الأنهار إجراء الدراسات اللازمة المتعلقة بالخصائص البيئية للأحواض المائية المغذية للأنهار، وهذا يتطلب تعاوناً وثيقاً بين اخصائيي المياه والزراعيين والحراجيين والمهندسين والبيئيين.

إن إهمال الدراسات المنوه عنها سابقاً قبل الابتداء بتنفيذ هذه المشاريع، يؤدي إلى عواقب وخيمة، كما أن سوء إدارة الغابات والمراعي الطبيعية وسوء استغلال الأراضي الزراعية في الأحواض المائية يؤدي إلى اشتداد الانجراف وتسارع الإطماء خلف السدود بشكل كبير جداً. **كما يجب الانتباه إلى تلوث المياه نتيجة تسميد الأراضي ومكافحة الآفات الزراعية والفضلات المنزلية والصناعية في منطقة الحوض.**

إن الدراسة البيئية للأحواض المائية المغذية للأنهار تتطلب إجراء دراسات عن:

أ ـ **المناخ**، من حيث كمية وتوزيع الأمطار الشهرية والفصلية، وتغيرات الأمطار تبعاً للسنين، وعدد وقوة الزخات المطرية، والتغيرات الشهرية والفصلية لدرجات الحرارة العظمى والصغرى، والتبخّر من السطوح المائية الواسعة، والتبخّر والنتح.

ب ـ **الخصائص الفيزيائية والكيميائية للصخور** وكذلك ستراتيغرافيتها وتَطَبُّقها وطرق تشققها.

ج ـ الخصائص الفيزيائية والكيميائية والبيولوجية للأتربة مع إجراء تصنيف لها تبعاً لإمكاناتها الإنتاجية واستجابتها للانجراف.

د ـ **الغطاء النباتي** من حيث طبيعته وكثافته وتركيبه وبنيته وطريقة حمايته للتربة وللمياه.

ـ الأراضي الميّالة للانجراف التي تتطلب معاملة خاصة لحمايتها عن طريق تشجيرها بالأشجار أو الشجيرات الحراجية تبعاً لخصائص المناخ في منطقة الأحواض المائية. تخصص الشجيرات الجفافية القليلة الاستهلاك للماء، لتشجير الأحواض في المناطق الجافة.

ـ الغابات التي يتوجب معالجتها لأهداف وقائية، لكونها تغطي مناطق ميّالة جداً للانجراف والانهيار السريع. إن مثل هذه الغابات لا يخضع للاستثمار الحراجي العادي، وإنما يوضع لها نظام خاص للمعالجة والاستثمار يسمحان بالمحافظة على استمرار تغطيتها للتربة.

ـ طرق تحضير الأراضي الزراعية تبعاً لخصائص التربة وشدة الانحدار مثل:

أ ـ إجراء حراثة الأراضي باتجاه خطوط التسوية عندما يراوح انحدار الأرض بين 2 و4%.

ب ـ الزراعة بطريقة الشرائط الموازية لخطوط التسوية عندما لا يزيد الانحدار عن 10 إلى 20% تبعاً لنفوذية التربة.

ج ـ إقامة المدارج عندما يزيد الانحدار عن هذا الحد الأخير.

ـ تحديد عدد وأماكن وطبيعة السدود الترابية التي يجب إنشاؤها على المجاري الثانوية داخل الأحواض المائية للتخفيف من السيول.

ـ انتقاء الأصناف الحراجية والمثمرة والمحاصيل الزراعية تبعاً لخصائص المناخ والتربة في الأحواض المائية.

الفصل السابع

7- ملخص عن الوسائل التي يمكن اتِّباعها لمكافحة التصحُّر



1-7 ـ ملخص عن الوسائل التي يمكن اتباعها لمكافحة التصحُّر

يجب أن تهدف هذه الوسائل إلى حماية التربة من الانجراف والمحافظة على خصوبتها، وكذلك إلى منع هدر مياه الأمطار والمياه الجوفية والمحافظة على الغابات والمراعي الطبيعية.

أ ـ **في منطقة الزراعة المطرية** (البعليّة) يمكن إنشاء المدرجات لزراعة الأشجار المثمرة في الأراضي المتوسطة الانحدار ـ حراثة الأراضي على خطوط التسوية (الحراثة الكنتورية) في المنحدرات الخفيفة بغية زراعتها بالمحاصيل الحقلية ـ اتباع دورة زراعية مناسبة عن طريق إدخال البقوليات.

ب ـ **في منطقة الزراعة المرويّة** ، من الضروري اتباع الوسائل في الري والصرف وانتخاب دورة زراعية ملائمة واستعمال مياه غير مالحة.

ج ـ **في منطقة المراعي الطبيعية**، يمكن إنشاء محميات طبيعية، وتحسين المراعي عن طريق بذرها اصطناعياً بأنواع علفية جيدة أو تشجيرها بشجيرات علفية، وزيادة توفير المياه بإنشاء السدود على مجاري الأودية، وحفر الآبار وتوزيعها بشكل مناسب، وتثبيت الكثبان الرملية المتحركة، وإنشاء منتزهات وطنية لحماية الحياة البرية النباتية والحيوانية، وإنشاء جمعيات تعاونية رعوية، وإنشاء جمعيات لتسمين الأغنام الخ...

د ـ **في المناطق الحراجية** يجب منع القطع والرعي الجائرين وتحسين استثمار الغابات بالاعتماد على إمكانياتها.

هـ ـ **للمحافظة على التربة والمياه** بشكل عام يجب تحريج الأراضي الشديدة الانحدار العارية وزراعة الأشجار المثمرة على الأراضي المتوسطة الانحدار عن طريق

إنشاء المدرجات، وحراثة التربة باتجاه خطوط التسوية لزراعة المحاصيل على الانحدارات الخفيفة، ووضع خطة إدارية متكاملة لاستغلال مساقط المياه، واستعمال الريّ بالتنقيط أو بالرش للتخفيف من استهلاك الماء، وتجميع مياه الأمطار على المنحدرات البسيطة، وحقن التربة بمادة إسفلتية قليلة النفوذية للماء في الأراضي الرملية للتخفيف من ضياع المياه الخ...

و - **إن المنطقة العربية تحتاج إلى تهيئة اختصاصيين** في كافة مجالات تنمية المناطق الجافة للإشراف على حسن إدارتها واستغلالها. لذا من الضروري افتتاح شُعَب تخصص في الكليّات الزراعية المهيّأة لذلك في مجالات استصلاح وإدارة الأراضي المالحة وفي إدارة واستغلال المناطق الجافة.

ز - **تحتاج المنطقة العربية إلى مزيد من الأبحاث العلمية التطبيقية** المتعلقة باستعمال الأراضي لتنفيذ البرامج لمكافحة التصحّر، وكذلك لاختيار تكيف الأفكار الحديثة والتكنولوجيات العصرية مع الاحتياجات القطرية. هذا ومن المفيد جداً تنشيط التعاون على المستويين الإقليمي والدولي بما يتعلق بالدراسات والتطبيقات الخاصة باستغلال الموارد الطبيعية ومكافحة التصحّر.

ح - **إنشاء هيئات حكومية** تقوم بالإشراف على الموارد الطبيعية وتنظيم استغلالها وخاصة بما يتعلق بالمياه والمراعي والغابات والاراضي الزراعية. وكذلك استصدار تشريعات تكفل حسن استغلال الموارد الطبيعية.

ط - **إنشاء خرائط للنبت الطبيعي** تعتمد على العلاقة بين النبت الطبيعي والتربة والمناخ، لاعتمادها في وضع سياسة رعَوية مناسبة في كل بلد.

ي - الاهتمام بوضع سياسة **لاستعمال الأراضي Land use** في جميع الدول، تسمح باستغلال الأراضي على أحسن وجه.

ك - **الاهتمام بالدراسات الاجتماعية والنفسية للمجتمعات** في المناطق الجافة رغبة في تكييف الطرق المستعملة في إدارة هذه المناطق مع الأسس الثقافية لهذه المجتمعات.

الفصل الثامن

8- نماذج عن مكافحة التصحُّر في العالم العربي

1.8 ـ الوسائل المتبعة في مكافحة التصحُّر في الجماهيرية العربية الليبية الاشتراكية الشعبية

2.8 ـ الوسائل المتبعة في مكافحة التصحُّر في المملكة الأردنية الهاشمية

3.8 ـ الوسائل المتبعة في مكافحة التصحُّر في بادية الجمهورية العربية السورية

4.8 ـ الوسائل المتبعة في مكافحة التصحُّر في دولة الإمارات العربية المتحدة

5.8 ـ توصيات لتطوير مكافحة التصحُّر في العالم العربي

نظراً لعدم إمكـانية عـرض الوسـائل المتبعـة في مكافحـة التصحُّر في كـل الدول العربية، قمنا بانتقاء أربع منهـا، تتميَّز بظـروف بيئية مختلفـة، كنماذج عن العـالم العربي، ولخصنا لكل منها الوسائل المتبعة فيها لمكافحة التصحُّر. ونـوجز ذلـك فيما يلي:

1.8 ـ الوسائل المتبعة في مكافحة التصحُّر في الجماهيرية العربية الليبية الاشتراكية

1.1.8 ـ طرق صيانة التربة

تُتَّبع في الجماهيرية العربية الليبية الاشتراكيـة الشعبية طـرق متنوعـة لصيانـة التربة، تأخذ في الحسبان العوامل البيئية المحلية من جهة وأهداف التنمية من جهـة أخرى.

أ ـ تثبيت الكثبان الرملية: وهي طريقة مستعملة منـذ زمن طويـل لمقاومـة زحف الكثبان الرملية. تهدف خطة التنمية إلى تثبيت كـل الكثبان الـرملية المـوجودة ضمن منـاطق التنمية الـزراعية المتكـاملة، كمـا في منطقة سهـل الجفارة ومنطقـة الصلول الخضر... الخ.

ب ـ إنشاء مصدّات الرياح والأحزمة الواقية: ويتم إنشاؤها في كل المشاريع قيد التنفيذ لحماية المحاصيل الزراعية وصيانة التربة.

ج ـ حماية المنحدرات الشديـدة بالتشجـير الحراجي: يجـري حمايـة المنحدرات الشديدة العارية وذات الأتـربة السطحيـة من الانجراف بـالتشجير الحـراجي على

خطوط التسوية (الكونتور) كما في مشروع العربان ومشروع الغـابات ومشروع وادي درنة...الخ.

د ـ التشجير الحراجي للأراضي البور: وهو يلاحظ في أماكن متعددة من البلاد.

هـ ـ إنشاء المصاطب المـدرجة لمقـاومة انجـراف التربـة وحفظ مياه الأمطـار في الأراضي الزراعية المنحدرة: لزراعة الأراضي المنحدرة (كما في منطقتي سـهل الجفـارة والجبل الأخضر)، يجري إنشاء مدرجـات لحمايـة التربـة من الانجراف والاحتفـاظ بـأكبر قـدر من مياه الأمطـار على هـذه المدرجـات بغية زراعتهـا بأشجـار الفاكهـة ومحاصيل الحبوب بالاعتماد على ميـاه الأمطار فقط (مشروع تـرهونـة ـ القصبات، مشروع الغريان، مشروع مرتفعات غريان ـ جادو).

و ـ اتباع دورة زراعية خاصة للمحافظة على خصوبـة التربـة وخاصـة في مناطق التوسُّع في زراعة الحبوب.

ز ـ حماية وتحسـين المراعي الطبيعيـة: تعير الـدولة المـراعي الطبيعية اهتمـاماً كبيراً، وقد وضعت خطة تهدف إلى حمايتها وتحسينها، كما في مشـاريع المـراعي في بئر الغنم وغريان ونالوت في سهل الجفارة ومشروع سهل بنغـازي، ومشروع المراعي والغـابات ووادي البـاب وغوط سلطـان في الجبل الأخضر. وذلـك عن طريق بـذرهـا اصطناعياً بأنواع جيدة ـ إدخال شجيرات علفية ـ وحفـر آبار وإنشـاء نقاط ميـاه، وإنشاء مزارع رعويّة تُمَلّك للمزارعين، ودراسة قدرة الحمولة للمراعي... الخ.

ح ـ حفظ مسـاقط المياه: هنـاك اهتمام بحفظ مسـاقط المياه لحفظ التـربة وحفظ المياه ودرء الانجراف، كما في مشروع بئر عياد ومشروع وادي القطارة بمناطقه العليا لحماية مدينة بنغازي من الفيضانات الموسمية، والاستفادة كذلك من المياه المحجوزة لأغراض الزراعة والاستعمال البشري والحيواني، والمساهمة في تغذية المياه الجوفية والآبار المحيطة.

2.1.8 ـ طرق المحافظة على المياه

أ ـ إدارة واستغـلال مياه الأمطـار الجـاريـة، بغيـة التخفيف من ضيـاع ميـاه الأمطار والاستفادة منها في المشاريع الزراعية وتغذية المياه الجوفية والعيون وسقاية الحيـوانـات ودرء السيـول؛ فقـد وضعت خطـة تهـدف إلى نشر السـدود المتنـوعـة (اسمنتية، حجرية، ترابية) والخزانات، كما في العديد من المشاريع في سهل الجفارة والجبل الأخضر ومنطقة الصلول الخضر. وقد تمّ إنشاء عدد كبير منها.

ب ـ تخفيف التبخُّر من التربة عن طريق رش التربة بمشتقات النفط: يرش النفط الساخن على سطح الكثبان الرملية لتثبيتهـا ويشكل طبقـة سطحية مؤقتـة تقلل من تبخُّر الماء في القسم السطحي من الرمل فتستفيد منه الغراس المزروعة لتشجير هذه الكثبان.

ج ـ التخفيف من ضياع الماء عن طريق الترشيح في الأراضي الرملية الزراعية: أجرى مركز البحوث الزراعية تجربة في تاجوراء لتكوين حاجز غير منفذ للماء تحت التربة مكوّن من مواد إسفلتية تساعد على حجز المياه الراشحة ووضعها تحت تصرف المزروعات. وقد نجحت هذه التجربة وأعطت محصولاً زراعياً فاق المحصول الذي أعطته الأرض نفسها من دون حاجز؛ وقد شملت التجربة محصول القمح وبعض أنواع الخضروات.

د ـ التخفيف من تبخّر وتعرّق النباتات عن طريق إنشاء كاسرات رياح.

هـ ـ الزراعة في بيئة مراقبة تم التحكم فيها (الخيام): أجريت تجارب تحت إشراف مركز البحوث الزراعية حول زراعة بعض محاصيل الخضار (الخيار، الفاصوليا، الطماطم، الفليفل) داخل خيام بلاستيكية وزجاجية في تاجوراء، وذلك لإطالة موسم الخضروات وانتاجها في الأوقات التي يتعذر الحصول عليها بالطرق التقليدية. ونظراً للإنتاجية العالية لهذا النوع من الزراعة، ولأن استهلاك الماء داخل الخيام هو أقل مما هو عليه بالطرق التقليدية، فإن هذه الطريقة تلاقي إقبالاً كبيراً وبدأت تنتشر بين المزارعين وفي مشاريع القطاع العام.

و ـ الري بالرّش: أصبح كثير الاستعمال في أماكن متعددة في الجماهيرية.

ز ـ الرّي بالتنقيط: توفيراً لاستعمال الماء في ري بساتين الفاكهة، يستعمل هذا النوع من الرّي في مشروع الكفرة الاستيطاني ومشروع وادي الهيرة وبئر ترفاس في سهل الجفارة، ومشروع وادي إتلال في منطقة الصلول الخضر.

ح ـ الرّي الدائري من مياه عميقة: في قلب الصحراء الليبية حيث يسود الجفاف التام وتندر الأمطار، أثبتت الدراسات وجود طبقة مائية عميقة جداً في حوضي الكفرة والسرير. وقد طُبِّق هنا نظام خاص للري للاستفادة من المياه الباطنية العميقة يعرف تحت اسم الرّي الدائري. إنه نوع من الري بالرش بواسطة ذراع طويل متصل بمضخة يدور بانتظام ويروي مساحة تصل إلى 100 هكتار. ويجري تطبيق هذا النظام في مناطق أخرى. وتبلغ المساحة الكلية المروية بهذه الطريقة أكثر من عشرين ألف هكتار.

3.1.8 ـ وسائل زيادة وفرة وتوفير الماء

أ ـ الزراعة عن طريق تجميع مياه الأمطار: في العديد من مشاريع مقاومة انجراف وحفظ المياه في المناطق القليلة الأمطار كما في غريان، ساقية الفرس وقضامة، تجمع الأمطار الصادرة عن أجزاء من السفوح وتوجه إلى صهاريج حيث تجمع للاستفادة منها عند الحاجة. وفي العديد من المناطق الجبلية، يقوم السكان منذ القديم بتجميع الأمطار من السفوح المجاورة في صهاريج فردية أو جماعية.

ب ـ الزراعة عن طريق مياه الأمطار الجارية:

ـ تستعمل هذه الطريقة في أماكن عديدة من المناطق الجبلية في الجماهيرية، كما في جبل نفوسة حيث تزرع شجرة الزيتون بنجاح تام منذ القديم على سفوح شديدة الانحدار، وذلك بتوجيه مياه الأمطار الجارية على المنحدرات باتجاه الأشجار.

ـ في المشاريع الحديثة، كما في مشروع بئر عياد، تُجَمَّع مياه الأمطار من سفوح منحدرة وتُوزَّع بواسطة أنابيب تحت أرضية لري المزروعات في منطقة تحصل على 100-130 مليمتراً من الأمطار السنوية.

ج ـ حفر الآبار: في كل المشاريع قيد التنفيذ توجد خطة لتوفير المياه اللازمة للرّي ولاستعمال الإنسان عن طريق حفر آبار في المناطق التي تثبت الدراسات الهيدرولوجية وجود مياه جوفية ملائمة. هذا وتوجد قوانين تنظم حفر الآبار بغية المحافظة على مستوى المياه الجوفية وحسن استغلالها.

د ـ تنقية مياه المجاري لإعادة استعمالها في الزراعة: كما في مشروع الهضبة الخضراء (طرابلس) القوارشة، الزاوية. إن مساحة الأراضي تحت الريّ بهذه الطريقة هي 700 هكتار حالياً، والخطة تهدف إلى التوسع في المساحة المروية كي تصل تقريباً إلى 2000 هكتار تقريباً.

هـ ـ تحلية مياه البحر للشرب: كما في طبرق وأجدابيا وسَرْت وزليطن وزوارة.

4.1.8 ـ خطة التنمية الزراعية المتكاملة في الجماهيرية ومكافحة التصحر

إن الدعائم الأساسية التي ترتكز عليها خطة التنمية الزراعية المتكاملة في الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية هي صيانة خصوبة التربة والمحافظة على المياه والغابات والمراعي الطبيعية، أو بتعبير آخر استغلال الثروات الطبيعية من تربة ومياه ونبت مع استمرار المحافظة على ديمومتها، وهذه هي دعائم مكافحة التصحُّر ومقاومة «زحف الصحارى».

وجدنا سابقاً أن «الماء» هو العامل الحرج بالنسبة للتنمية الزراعية ولحياة الإنسان في الجماهيرية، لذلك فإن خطة الدولة في التنمية الزراعية ومكافحة التصحّر اعتمدت على إجراء مسح للمصادر المائية في البلاد وعلى إجراء دراسات مفصّلة للمناخ والتربة، وكذلك للنبت الطبيعي من مراع وغابات، وكيفية الاستفادة منها على أحسن وجه مع المحافظة عليها للأجيال المقبلة.

إن الأهداف التالية التي وضعها مجلس التنمية الزراعية عندما تأسس عام 1972 (مجلس استصلاح وتعمير الأراضي حالياً) تعكس بوضوح حرص الدولة على المحافظة على الثروات الطبيعية السابقة الذكر وبالتالي مكافحة التصحّر. يمكن تلخيص هذه الأهداف بما يلي:

أ ـ حماية الموارد الطبيعية، من مياه وتربة ومراع واستغلال المياه المتاحة والتربة الصالحة للزراعة أفضل استغلال.

ب ـ تطوير المراعي والتوسع في زراعة الغابات لحماية البيئة وتثبيت الرمال وإنتاج الخشب.

ج ـ استصلاح أراضٍ جديدة وإقامة مزارع استيطانية وإنتاجية.

د ـ زيادة الإنتاج الزراعي، النباتي منه والحيواني، وصولاً إلى مرحلة الاكتفاء الذاتي وتوفير المواد الخام اللازمة لمرحلة التصنيع الزراعي والتصدير.

هـ ـ خلق تجمعات سكانية جديدة، ذات مرافق خدمات مستكملة، في الداخل وفي المناطق النائية، تشجيعاً للمزارعين على الاستقرار في مزارعهم والتفرّغ للعمل الزراعي.

و ـ توزيع المزارع الجديدة على المزارعين وتدريبهم وإرشادهم وتوجيههم للأخذ بأساليب الزراعة الحديثة بما يحقق زيادة الإنتاج، ويضمن دخلاً مناسباً لهم.

ز ـ تنمية الإنسان نفسه وانفتاحه على حياة العصر والنهوض بمستوى المرأة الاجتماعي والثقافي.

تحقيقاً لهذه الخطة من الناحية العملية، جرى اختيار خمس مناطق يمتاز كل منها بخصائص بيئية وبموارد طبيعية وبشرية خاصة، وأجريت عليها دراسات مفصّلة تتعلق بالمناخ ومصادر المياه السطحية والجوفية وخصائص الأراضي وطبّوغرافيتها والوضع الحالي للنبت الطبيعي، وكذلك الإمكانيات البشرية المتوفرة في كل من هذه المناطق. ونتيجة لهذه الدراسات، وضعت خطة تنمية متكاملة خاصة بكل منطقة.

إن المناطق الخمس الداخلة في خطة التنمية المتكاملة وفقاً للخطة العشرية هي التالية مع المساحة المحددة تنميتها:

المنطقة	المساحة المحددة تنميتها (هكتار)
سهل الجفارة	415845
الجبل الأخضر	283300
فزّان	15000
الكفرة والسرير	47000
الصلول الخضر	333992

إن التنمية المتكاملة لهذه المناطق تختلف من الواحدة إلى الأخرى تبعاً لخصائصها البيئية ومواردها الطبيعية وإمكانياتها البشرية. إن طرق الاستصلاح

والاستغلال متنوعة جداً حسب المناطق: تثبيت وتشجير كثبان رملية، وإنشاء كاسرات رياح، وتحسين مراع طبيعية، وإنشاء مدرجات لمقاومة انجراف التربة وحفظ المياه، وإنشاء سدود، وحفر آبار، وري بالتنقيط أو ري دائري... إلخ.

لإعطاء فكرة عن التجربة الليبية في استغلال الموارد الطبيعية ومكافحة التصحُّر سوف نورد مثلين: **الأول** هو تثبيت الكثبان الرملية وتشجيرها، وقد خطت الجماهيرية شوطاً كبيراً في هذا المضمار وتوصلت إلى طريقة في تثبيت وتشجير الكثبان الرملية المتحركة أثبتت نجاحها. **والثاني** هو خطة التنمية لسهل الجفارة لإعطاء فكرة واضحة عن القواعد الأساسية التي ترتكز عليها هذه الخطة والوسائل المستعملة في تطبيقها حفظاً للموارد الطبيعية وحسن استغلالها.

5.1.8 ـ دراسة بعض الحالات لاستغلال الموارد الطبيعية ومكافحة التصحّر

1 ـ الحالة الأولى: تثبيت وتشجير الكثبان الرملية

أ ـ مقدمة:

تكثر الكثبان الرملية في الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية وتصادف على حد سواء في المناطق القريبة من الساحل وفي المناطق الصحراوية القارية النائية. إن الكثبان الرملية القريبة من الساحل تقع ضمن المنطقة الزراعية الآهلة بالسكان وتنال كمية من الأمطار السنوية تراوح بين 180 و300 مليمتر، كما تقدر مساحتها بحوالي 250 ألف هكتار يمتد معظمها من الحدود الليبية ـ التونسية غرباً ومنطقة مصراته وسطاً وإلى أجدابيا شرقاً، مع وجود بعض الكثبان شرقي مدينة درنة، وتمتد إلى حوالي خمسين كيلومتراً جنوب الساحل.

تشكل الكثبان الساحلية خطراً مستمراً على المدن والقرى وطرق المواصلات والأراضي الزراعية، لذلك فإن المزارعين الأوائل تنبهوا إلى أخطار الرياح على حياتهم وقاموا باتباع وسائل عديدة لدرء هذا الخطر عنهم مثل: عمل الحواجز الترابية حول المزارع، وغرس نباتات الشوكي فوقها، واستخدام حواجز متحركة من مواد نباتية جافة مثل القصب لحماية بساتين الخضروات، واستخدام حواجز ثابتة مؤلفة من أعواد من النباتات الجافة مثل جريد النخيل بعد تثبيتها على أسلاك أفقية، واستخدام الحواجز الحية بزراعة نباتات عشبية أو خشبية وأهمها الخروع والقصيبة، ووضع نباتات جافة على سطح الرمل مباشرة. إلّا أن هذه الأعمال، وبالرغم من أهميتها، كانت فردية ومحصورة في حدود المزارع فقط، إذ كانت تبقى مساحات كبيرة بين المزارع غير مثبتة تهدد بالزحف المستمر. لذا كان لا بد من

وضع خطة شاملة لتثبيت الكثبان الرملية في منطقة الساحل. وقد بُدِىء بتنفيذ هذه الخطة تحت إشراف إدارة الغابات والمراعي في أمانة الزراعة والإصلاح الزراعي، وقد تمّ تثبيت حوالي مائة ألف هكتار لغاية 1976/9/30 يضاف إليها حوالي 13 ألف هكتار قام بتثبيتها مجلس استصلاح وتعمير الأراضي في مشاريعه المختلفة.

ب ـ أنواع الكثبان الرملية الجاري تثبيتها في المناطق الساحلية:

يوجد في المنطقة نوعان من الكثبان الرملية المتحركة:

ـ **كثبان رملية شاطئية**، ذات منشأ بحري، وتمتد على طول الساحل بمحاذاة البحر. وتتكوّن من رمال خشنة، ولونها أبيض رمادي وتحتوي على بقايا أصداف بحرية وعلى كربونات وكلوريدات وكبريتات. إنها فقيرة جداً بالطين وبالمواد الغذائية وتجف بسرعة، كما أنها لا تحمل إلّا القليل من النباتات الطبيعية.

ـ **كثبان رملية قاريَّة أو داخلية**، تقع في السهول الداخلية، وهي ذات مصدر قاري. إنها تغطي مساحات كبيرة ضمن المنطقة الزراعية وتكون عادة أقل ارتفاعاً من الكثبان البحرية. تتكوّن هذه الكثبان من الكوارتز بشكل رئيسي، بالإضافة إلى معادن أخرى مثل الفلسبارات والكربونات والطين، ويراوح لونها بين الأحمر والبني وهي غير متماسكة. تحتفظ بالرطوبة لمدة أطول من الكثبان الرملية البحرية وتوفّر بذلك ظروفاً أفضل لنمو النباتات. ومن النباتات الطبيعية التي تعيش على الكثبان الرملية نجد السبط *Aristida pungens* والرتم *Retama raetam* والديس *Imperata Cylindrica*، ويستعمل للسبط والديس مواد نباتية جافة في عمليات التثبيت.

ج ـ الطرق المتبعة حالياً في الجماهيرية لتثبيت الكثبان الرملية

يتم تثبيت الكثبان الرملية على مرحلتين:

ـ المرحلة الأولى، ويتم خلالها التثبيت الميكانيكي لسطح الكثبان الرملية.

ـ المرحلة الثانية، ويتم خلالها التثبيت البيولوجي عن طريق غرس أشجار وشجيرات مقاومة للظروف البيئية.

وقد ثبت أنه مهما تعدّدت وتنوّعت محاولات تأسيس غطاء عشبي أو شجري، فإن هذه المحاولات لا تنجح إلّا إذا سبقها تثبيت ميكانيكي للرمال.

1 ـ التثبيت الميكانيكي: تستعمل الآن طريقتان رئيسيّتان في التثبيت الميكانيكي للرمال المتحركة وهما:

أ ـ طريقة الحواجز النباتية الجافة.

ب ـ طريقة التثبيت بواسطة مشتقات زيت النفط.

أ ـ طريقة الحواجز النباتية الجافة: تُستخدم النباتات الجافة المتوفرة محلياً لإنشاء حواجز تُطمر في الرمل بحوالي 15 سم وترتفع فوقه بحوالي 35 سم. تنشأ هذه الحواجز بحيث تشكل قطعاً محميّة تراوح مساحتها بين خمسة أمتار مربعة عندما تكون المنحدرات شديدة والرمال خشنة، وستة عشر متراً عندما يكون الانحدار بسيطاً والرمال ناعمة. تُبنى الحواجز بحيث تكون منفذة لتسمح بمرور الهواء وحبيبات الرمل الناعمة وتمنع من تشكل أكوام من الرمال خلفها.

من أهم المواد النباتية الجافة هي الديس *Imperata cylindrica* والسبط *Aristida pungens* والرتم *Retama raetam* وجريدة النخيل.

يستعمل الديس غالباً في تثبيت الكثبان الرملية الداخلية القارية التي لا تحتاج رمالها إلى حماية طويلة، إذ إنه لا يدوم طويلاً. أما السبط، فإنه يدوم أكثر من الأول ويستعمل لتثبيت الكثبان البحرية التي تحتاج إلى حماية أطول، إلّا أنه أكثر كلفة. الرتم هو أقل استعمالاً في عملية التثبيت لقلة الكمية المتوفرة وغلاء سعره ووجود مواد أخرى أفضل. تستعمل جرائد النخيل في المناطق التي يتوفر فيها النخيل.

إن هذه الطريقة ناجحة تماماً في التثبيت الميكانيكي، إلّا أن اتساع مشاريع التثبيت في البلاد وبخاصة في الآونة الأخيرة جعل المواد النباتية غير كافية لتلبية الحاجة. كما أنه يخشى من تعرية مناطق رملية مثبتة نتيجة الاستثمار الزائد للمواد النباتية. لذا كان لا بد من البحث عن أسلوب آخر في التثبيت الميكانيكي يحل محل الأسلوب السابق الذكر.

ب ـ التثبيت بواسطة مشتقات زيت النفط: تستعمل الآن في الجماهيرية، وعلى نطاق واسع، طريقة التثبيت الميكانيكي للرمال المتحركة بمشتقات زيت النفط. ولقد بُدىء بتجربة هذه الطريقة عامي 1961 و1962 ومن ثم تتالت التجارب لمعرفة أفضل السبل لتطبيقها. وقد توصل الاختصاصيون نتيجة لهذه التجارب إلى استنباط طريقة تطبَّق الآن على نطاق واسع وتعطي نتائج موثوقة. سنحاول شرحها فيما يلي لفعاليتها في تثبيت الكثبان الرملية وإمكانية استعمالها في بلاد أخرى تعاني من المشاكل نفسها وتتمتع بظروف بيئية مشابهة.

تستعمل مشتقات النفط الساخن (45 درجة مئوية) عاملاً مؤقتاً لتثبيت الرمال لغاية نمو الأشجار والشجيرات المغروسة عن طريق رشها تحت ضغط معيّن (100 إلى 130 رطلاً في الرشة السريعة) فيتوزع بشكل رذاذ على سطح الرمال مشكلاً طبقة رقيقة سوداء منفذة نسبياً تلتصق تماماً بالطبقة السطحية للرمال وتمنع انتقال حبات الرمال تحت تأثير الرياح. يجري في هذه الطريقة تغطية سطح الرمال بشكل تام تقريباً، ولذلك تكون حماية الرمال من الانجراف بالرياح كاملة تقريباً، على عكس

ما يحدث في حالة التثبيت بواسطة المواد الجافة حيث تبقى الرمال داخل البقع وخاصة على السفوح المنحدرة عرضة للانجراف الريحي. لم يلاحظ في هذه الطريقة أية تعرية لجذور الأشجار كما أن بقاء زيت النفط يدوم فترة أطول من بقاء المواد النباتية الجافة. هذا وقد لوحظ أن الطبقة النفطية تساعد في حفظ الرطوبة في الطبقة السطحية من الرمال والتي تستفيد منها الغراس المزروعة في النموالمبكر. من الجدير ذكره أن طريقة التثبيت بواسطة مشتقات زيت النفط ناجحة فقط في الكثبان الرملية القارية وغير فعّالة في الكثبان الرملية الساحلية. يجري رش الرمل بمشتقات النفط بصورة ميكانيكية بواسطة وحدات رش. وتتكون كل وحدة رش من جرار مجنزر يجر خزاناً يحتوي على النفط سعة 13 متراً مكعباً ومحمولاً على زحافات لسهولة تنقله على الرمل. يحمل الخزّان أنبوبين يمتدان إلى حوالى عشرة أمتار في كل اتجاه، ومنهما تتفرع أنابيب صغيرة وعددها خمسة تنتهي بفتحات الرش. تتم عملية الضغط بواسطة مضخة ملحقة بمحرّك مثبت في أحد الجوانب.

هذا وبالرغم من نجاح هذه الطريقة، فإن التجارب ستتابع بغية تحسينها أكثر فأكثر.

ملاحظة: يجري تجربة تثبيت الكثبان الرملية عن طريق رش الرمال بمواد كيماوية بواسطة الطائرات أو باستخدام اللبن المطاطي، إلّا أن هذه الأساليب لا تزال قيد التجربة وتحتاج إلى مزيد من الوقت للتأكّد من نجاحها أولاً ومن كونها اقتصادية ثانياً.

2 ـ التثبيت البيولوجي: يتم هذا التثبيت عن طريق زراعة غراس من بعض الأنواع الشجرية المقاومة لظروف الكثبان الرملية بحيث تخفف من حدة الريح وتشجع نمو النباتات البرية التي تغزو بشكل طبيعي الرمال وتساهم في تثبيتها.

إن أهم الأنواع المستعملة في الجماهيرية في تشجير الرمال المثبتة ميكانيكاً هي الآتية:

النوع	الكثبان القارية	الكثبان البحرية
Acacia cyanophyla	+	+
Acacia cyclops	+	+
Eucalyptus camaldulansis	+	–
Eucaluptus gomphocephala	+	–
Tamarix articulata	+	+

إن الاتجاه الحالي هو استعمال الأكاسيا والأوكاليبتوس معاً في التشجير للاستفادة من مزاياهما في الموقع نفسه بنسبة 40% للأكاسيا و60% للأوكاليبتوس تقريباً.

يغطي الأكاسيا الرمال بسرعة بفضل شكله المظلي وأغصانه المدلاة وجذوره التي تمتد سطحياً وبالعمق، ويساهم بذلك بشكل فعّال في التخفيف من حدة الرياح. هذا بالإضافة إلى خواصه التحسينية لخصوبة التربة باعتباره من البقوليات، وتوفيره الظل اللازم لنمو النباتات البرية التي تبدأ بغزو الموقع. أما الأوكاليبتوس فإنه ينمو بالارتفاع فوق الأكاسيا مشكّلاً طابقاً علوياً يساهم أيضاً في التخفيف من حدة الريح.

على هذا النحو يتشكّل مَشْجَر من طابقين من الأشجار: طابق سفلي من الأكاسيا له وظيفة تحسينية للتربة ووقائية من الرياح، وطابق علوي من الأوكاليبتوس له قيمة وقائية ويمكن أن يكون له قيمة إنتاجية للأخشاب.

إن وجود مشجر بطابقين، الأول تحسيني والثاني إنتاجي، هو أكثر فعالية في وقاية الرمال من الرياح، كما أنه يخلق نوعاً من التوازن البيولوجي في الموقع.

استعملت بذور نبات الخروع *Ricinus communis* عن طريق البذر المباشر باليد وأعطت نتائج جيدة. ونظراً لسرعة نمو هذا النبات، فإنه يستطيع أن يوفر الحماية السريعة لسطح الرمال في وقت قصير. إلّا أن هذه الطريقة لم تتم بعد وتحتاج إلى مزيد من الدراسة. أما البذر بواسطة الطائرات بالنسبة لبذور الخروع فلم ينجح.

بعد أن يتم التثبيت الميكانيكي للرمال، سواء بواسطة الحواجز النباتية الجافة أو مشتقات النفط، يشرع مباشرة في زراعة الغراس (الشتلات) بعد هطول الأمطار بمعدل لا يقل عن 40 مم ليصبح الرمل رطباً على عمق 40 سم تقريباً (عادة بين شهري نوفمبر وديسمبر). تغرس الشتلات وعمرها يتراوح بين ستة أشهر وعشرة ويكون ارتفاعها بين 60 و80 سم. تغطس أوعية الشتلات في براميل مملوءة بالماء قبل غرسها مباشرة، ثم تغرس على عمق كاف بحيث يترك حوالي نصف ارتفاع الساق فوق سطح الرمل، وتكون المسافة بين الغرسة والأخرى 4 × 4م وسطياً بالنسبة للأكاسيا و4 × 5م بالنسبة للأوكاليبتوس.

د ـ تطور الكثبان الرملية بعد أن يتم تثبيتها بتشجيرها: بعد أن يتم التثبيت الميكانيكي للرمال وتزرع الأشجار، يلاحظ بعد مدة من الزمن (خمس سنوات في المتوسط)، أن بعض النباتات البرية أليفة الرمال يبدأ بتغطية أرض المشجر (كما في مشاجر خلة المسعودي) مثل: *Nolletia chysochemoides, Malchomia saeryptiaca, Cutandia diohotoma... etc*.

وذلك بالإضافة إلى نباتات أخرى كانت موجودة بشكل مبعثر وقليل قبل التثبيت مثل: *Aristida pungens, Retama reatam, Genista saharae*.

كما يلاحظ تشكل طبقة من البقايا النباتية (أوراق، ثمار) تحت أشجار الأكاسيا في المشاجر المختلطة، وظهور بعض التجدد الطبيعي نتيجة نمو بذور الأكاسيا في المناطق المظللة. كما يلاحظ ازدياد كثافة الغطاء النباتي الأرضي مع تقدم المشجر في العمر، وذلك في حالة المشاجر غير الكثيفة، كما تزداد كمية البقايا النباتية وترتفع نسبة المادة العضوية قليلاً في الأفق السطحي.

ومن الجدير ذكره هنا أنه لا يلاحظ أي غطاء نباتي أرضي في مشاجر الأوكاليبتوس المعمَّرة (25 سنة) والكثيفة، كما لا يلاحظ تحليل جيد للبقايا النباتية التي تتراكم فوق سطح التربة مشكّلة طبقة سميكة.

هـ ـ إدارة واستغلال المشاجر على الرمال المثبتة: إن المشاجر على الرمال المثبتة هي بالدرجة الأولى مشاجر وقائية، إلّا أنه يمكن الإستفادة منها جزئياً في إنتاج الخشب على أن تؤخذ جميع الاحتياطات لعدم تعريض التربة للانجراف والمحافظة على الغطاء النباتي الأرضي. لهذا الغرض، يترك دوماً شريط وقائي من هذه المشاجر يفضل أن يكون عمودياً في اتجاه الرّياح. بعد الاستثمار تربى المخلفات النامية على أرومة الأكاسيا والأوكاليبتوس، ويمكن حتى زراعة أشجار أخرى مثل الصنوبر الثمري *Pinus pinea* والصنوبر الحلبي *Pinus halepensis* والصنوبر البروتي *Pinus brutia*.

إن دورة القطع تتراوح بين 10 و15 سنة بالنسبة للأكاسيا، وبين 15 و25 سنة بالنسبة للأوكاليبتوس تبعاً للمواقع.

وفي حالة المشاجر المختلطة (كاسيا ـ أوكاليبتوس) والمؤلفة من طابق سفلي من الأكاسيا وطابق علوي من الأوكاليبتوس، يفضل أن تكون دورة استثمار الأكاسيا نصف دورة الأوكاليبتوس.

و ـ الدرس الذي يمكن استخلاصه من التجربة الليبية في تثبيت الكثبان الرملية: ان التجربة الليبية في مجال تثبيت الكثبان الرملية المتحركة كإحدى الوسائل الأساسية في مكافحة التصحُّر في الظروف المناخية الجافة ونصف الجافة المعتدلة والحارة من البيئة المتوسطية، هي تجربة رائدة في هذا المضمار. وقد أصبحت ناضجة بشكل كاف بعد الخبرة الطويلة والاهتمام المستمر من قبل الاختصاصيين لتحسين وتطوير الطرق المستعملة في التثبيت الميكانيكي للرمال وفي التشجير بعد هذا التثبيت.

يمكن الاستفادة من هذه التجربة لتثبيت مساحات أخرى في الجماهيرية وفي بلاد أخرى تتميز بظروف بيئية مماثلة.

2 ـ الحالة الثانية: خطة التنمية المتكاملة لمنطقة سهل الجفارة وطرق مكافحة التصحير

أ ـ الهدف من المشروع:

تهدف خطة التنمية المتكاملة لسهل الجفارة إلى:

ـ حماية الموارد الطبيعية من تربة ومياه وزيت طبيعي ومنعها من التدهور مع تحسينها عند اللزوم بغية استغلالها أفضل استغلال.

ـ استثمار الإمكانات المتاحة من مياه سطحية وجوفية وتربة ومراع طبيعية لخلق تجمعات سكانية مستقرة زراعية ورعوية تُملّك للمواطنين مع تدريبهم وتأهيلهم على مختلف الأعمال والعمليات الزراعية الحديثة، بما يكفل حسن إدارة وتعمير هذه المزارع.

ـ النهوض بالإنتاج الزراعي في البلاد.

ب ـ الخصائص الجغرافية العامة لسهل الجفارة

1 ـ الموقع: تشمل منطقة سهل الجفارة مساحة قدرها 27640 كيلومتراً مربعاً، وهي تشكل مثلثاً قاعدته الحدود التونسية غرباً، وسلسلة جبال نفوسة جنوباً، وامتداده البحر شمالاً ليلتقي رأس هذا المثلث عند وادي كمام إلى الشرق من مدينة الخُمس.

2 ـ المناخ: يخضع مناخ سهل الجفارة للمناخ المتوسطي نصف الجاف والجاف الحار والمعتدل. إنه يتميّز بالاعتدال في الشتاء ويتراوح متوسط درجات الحرارة الصغرى للشهر الأكثر برودة بين 4.5 و8.7 درجة مئوية، علماً بأن درجات الحرارة الصغرى المطلقة نادراً ما تنخفض إلى تحت الصفر إلّا في بعض المواقع. الصيف حار، ويراوح متوسط درجات الحرارة العظمى للشهر الأكثر حرارة بين 31.5 و37 درجة مئوية، علماً بأن درجة الحرارة العظمى المطلقة تراوح بين 39 و44 درجة مئوية مع وصولها إلى 58 درجة استثنائياً (العزيزية 1922).

يراوح معدل الأمطار السنوية بين 125 و350مم تقريباً. وتتوزّع الأمطار على الفصول على النحو التالي:

ـ الشتاء هو الفصل الأكثر إمطاراً، ويأتي بعده الخريف ثم الربيع، أما الصيف فشديد الجفاف وحار.

يوضح الجدول -17- توزيع الأمطار الفصلي عند بعض المحطات.

جدول -17-

المحطة	الأمطار الفصلية (مم)				المجموع السنوي (مم)
	شتاء	خريف	ربيع	صيف	
سيدي المصري (طرابلس)	189.1	109.5	45.1	2.2	346.6
غريان	169.8	77.4	74.8	12.5	334.5
الحشّان	120.7	86.6	34.3	1.0	242.6
العزيزية	114.1	51.6	36.2	1.1	203.0
نالوت	51.3	31.4	40.9	2.5	126.1

تدل الإحصاءات بالنسبة لمتوسط المحطات الموجودة في سهل الجفارة أن نسبة توزيع الأمطار على أشهر السنة هي التالية:

حزيران (يونيو)، تموز (يوليو)، آب (أغسطس) 2%، شباط (فبراير) 12%، أيلول (سبتمبر) 3%، آذار (مارس) 7%، تشرين أول (أكتوبر) 10%، نيسان (أبريل) 2%، تشرين ثانٍ (نوفمبر) 16%، أيار (مايو) 1%، كانون أول (ديسمبر) 26%، كانون ثانٍ (يناير) 21%.

بالنسبة لمتوسط المحطات تحصل إذاً لأشهر تشرين الثاني وكانون الأول وكانون الثاني على 63% من الأمطار السنوية.

ـ تنخفض الرُّطوبة الجوية خلال فصل الصيف مع الابتعاد عن البحر وتساهم إذاً في زيادة الجفاف بالنسبة للمزروعات (59 ـ 61% في مدينة الخمس الساحلية و34.5-36.5% في مدينة نالوت).

3 ـ **التربة**: إن القسم الأكبر من سهل الجفارة يتألّف من أراضٍ رملية أو رملية سلتية أو سلتية، كما تصادف أيضاً بعض الأراضي المالحة والجبسية في بعض المناطق. تكثر الكثبان الرملية المتحركة في كثير من المناطق ضمن هذا السهل.

4 ـ **النبت الطبيعي**: إن سهل الجفارة الرملي مغطّى **ببطحــاء** نجيلية أســاسها نبـات السبط *Aristida pungens* الـذي يســاهم في تثبيت الكثبـان الـرمليـة، أمـا الأراضي الـزراعية المهملـة فمغطاة ببطحـاء أســاسهـا نبـات التقوفت *Artemisia campestris* في المناطق التي تزيـد أمطارهـا عن 200 مليمتر في السنـة، أو ببطحاء أساسـها العرفج *Rhantherium suaveolens* أو ببطحاء خشبية أسـاسها نبـات الباقل *Atrophytum schmittianum* أو ببطحاء من **الرتم** *Retama raetam* كلمـا ازداد الجفاف.

ـ إن الأوديـة ذات الأراضي الرمليـة السلتية أو السلتيـة تسمح بنمـو شـجـيرات السدر *Zizyphus lotus* أو ببطحاء قصيرة أساسها الشيح *Artemisia herba-alba*.

ـ في الجـزء الغربي من سهـل الجفارة بـالقرب من الحـدود التونسيـة تصـادف البطحاء النجيلية التي أساسها نبات الحلفاء المهبول *Lygeum spartum* على التـربة السطحية ذات القشرة الجبسية، كمـا تصادف بطحـاء أليفة الملـوحة عـلى الأتربـة الملحية الجبسية.

ـ في الطابق الجاف السفلي وعلى الأتـربة ذات القشرة الكلسيـة تصادف بطحـاء خشبية أساسها نبات *Gymnocarpos decander* أو بطحاء مشابهة أساسهـا نبات القزدير *Antyllis henoniana* في الطابق الصحراوي الشديد الجفاف.

ـ في جبل نفوسـة تسيطر البطحـاء النجيلية التي أسـاسها نبـات الحلفاء *Stipa tenacissima* على الأتربـة السطحية والهيكليـة، بينما تصـادف بطحاء الشيـح أو بطحاء نبات *Atrophytum scoparium* في المنخفضات ذات الأتربة العميقة السلتية. كما تصادف في الجبل مبعثرة هنـا وهناك بعض الأشجـار من البطم الأطلسي *Pista-cia atlantica* وهي من بقايا الغابات القديمة التي كانت تغطي تلك المنطقة.

ج ـ أسس خطة التنمية لسهل الجفارة:

بعد أن تمّت دراسة التربة ومصادر المياه السطحية والجوفية وكذلك طبوغـرافية المنطقة والنبت الطبيعي والإمكانيات البشرية، جـرى تحديـد 15 مشروعاً للتنميـة في سهل الجفارة موزّعة تبعاً للخصائص الطبوغرافية والمناخيـة وطبيعة التـربة والنبت ووفرة المياه.

إن الطرق الفنية المتبعة في هذه لمشاريع تهدف بالدرجة الأولى إلى المحـافظة عـلى المياه بغية استغلال مياه الأمطار على أفضل وجه، وكذلك الاستعانة بالمياه الجـوفية للري مع الأخـذ بعين الاعتبـار ضرورة المحافظـة على منسـوبها. وتهـدف كذلـك إلى

المحافظة على التربة أثناء الاستثمار الزراعي، وإلى استغلال المراعي الطبيعية دون إفقارها. وسنبيّن فيما يلي الاتجاهات الفنية الأساسية.

1 ـ طرق المحافظة على المياه والتربة:

ـ بناء المدرجات لمقاومة انجراف التربة والاحتفاظ بمياه الأمطار للتمكّن من زراعة الأشجار المثمرة والحبوب، كما في المشاريع التالية: مشروع ترهونة/مسلاتة، ويهدف إلى استصلاح 20635 هكتاراً. مشروع العربان، ويهدف إلى استصلاح 17.000 هكتار. مشروع مرتفعات غريان/جادو، ويهدف إلى استصلاح 20.000 هكتار.

ـ **حفر آبار وإنشاء شبكات ري** لتوفير المياه اللازمة للري، كما في مشاريع وادي الرمل ـ وادي المجينين/بن غشير ـ وادي الهيرة ـ بئر ترفاس ـ العزيزية/العامرية ـ وادي الحي/أبو شيبة ـ وادي كعام.

ـ **بناء السدود** لجمع مياه الأمطار والاستفادة منها في الري وصيانة التربة كما في مشاريع: وادي المجينين/بن غشير ـ وادي الهيرة ـ وادي الحي/أبو شيبة ـ سهل نالوت ـ غريان/جادو ـ بئر عياد ـ وادي كعام.

ـ **الري بالتنقيط** لبساتين الفاكهة للتخفيف من استهلاك الماء كما في مشاريع وادي الهيرة وبئر ترفاس.

ـ **تثبيت الكثبان الرملية** في المنطقة كما في مشاريع: الغابات ترهونة ـ القصبات ـ وادي الرمل ـ بئر ترفاس ـ سهل نالوت ـ بئر الغنم ـ المحينين... الخ.

2 ـ تحسين وتنظيم استغلال المراعي الطبيعية:

تهدف مشاريع تحسين وتنظيم استغلال المراعي الطبيعية إلى زيادة إنتاجيتها بغية إنشاء مزارع رعوية (624 مزرعة) تُملّك للمواطنين مع مسكن ضمن كل مزرعة، بالإضافة إلى إيجاد تجمعات صحية وتعليمية واجتماعية لكل مجموعة من المزارع.

يجري تحسين المراعي عن طريق البذر الاصطناعي لنباتات علفية تتحمل الجفاف بعد تحضير التربة بشرائط عمودية على اتجاه الريح بحيث يفلح شريط ويزرع، ويترك شريط آخر دون فلاحة للحماية من الرياح. عندما تنمو البذور على الشريط المفلوح وتغطّى التربة بالنباتات، يفلح الشريط الآخر الذي ترك دون فلاحة. بالإضافة إلى ذلك تزرع شجيرات علفية بمساحة تختلف تبعاً للخصائص المناخية وخواص التربة وطبيعة المرعى. يستعمل لهذا الغرض الشجيرات التالية:

Acacia cyanopaylla, Acacia victoriae, Acacia salicina, Acacia aneura,

Acacia radpiana, Atriplex halimus, Atriplex nummularia, Cassia strutii, Calligonum commosum, Cactus inermis.

إن إيجاد مزارع رعوية في مناطق جافـة متوسطـة هي تجربـة جديـدة في حوض المتوسط، فهي تؤمّن استقرار الرعاة وترفع من مستـواهم الاجتماعي والتعليمي من جهة، كما تؤمّن في الـوقت نفسه استغـلال المراعي الطبيعيـة بأسلـوب يساعـد على حماية إنتاجيتها ويساهم في زيادة الإنتاج الزراعي في البلد.

3 ـ حماية القرى والمزارع والأراضي الزراعية:

في كل المشاريع قيد التنفيذ توجـد خطة لإنشـاء مصدّات للـرياح حـول المزارع وحـول الحقول الزراعية لحمايتها من الرياح والحد من انجراف التربة وضياع الماء. كما تستهدف الخطة تثبيت كل الكثبان الرملية المتناثرة في المنطقة وتشجيرها.

4 ـ زراعة الحبوب:

يهدف هذا المشروع إلى زراعة الحبوب بعلياً بدورة زراعية (قمح ـ بقول) مع إلغـاء سنة البور، مساهمة في تحقيق الاكتفاء الذاتي من الحبوب وزيـادة الإنتاج الحيـواني. في الوقت الحاضر، هناك حـوالي 60.000 هكتـار مـزروعـة تحت دورة حبـوب وبقـول وأهمهـا: *Medicago truncatula cv.* Cyprus *Modicago littoralis* cv. Harbinger وهنـاك العديد من الأصناف والأنواع من البقوليات تحت التجربة ويجرى تقييمها سنوياً.

5 ـ التأهيل و التدريب:

يجري تأهيل وتدريب المزارعين على طرق الزراعة الحديثة القـائمة عـلى الميكنة، وكـذلك يجري تدريب بنات المزارعين على أعمال التنمية الـريفية في مـراكز خـاصة. كمـا تم وضع برنامج خاص يهدف إلى نشر التعليم بين صفوف القرويين غير المتعلمين.

6ـ بناء المستوطنات:

تهدف خطة التنمية إلى بناء المساكن للمزارعين والرعاة وملحقاتها في مشاريع الاستيطان وقـد تم حتى 1976/9/30 بناء 3997 مسكنـاً تمّ توزيـع معظمها. هـذا ويـرافق بنـاء المساكن إنشاء مجمعات توفّر فيها الخـدمات العـامة الضروريـة مثل المستـوصفات والمدارس والأسواق... الخ.

د ـ الدرس الذي يمكن استخلاصه من خطة التنمية المتكاملة لمنطقة سهل الجفارة:

ان خطة التنمية هذه هي خطة متكاملة ترتكز على الأسس التالية:

أ ـ الاعتماد على الموارد الطبيعية من مياه وتربة ونبت طبيعي واستغلالها مع المحافظة على ديمومتها ومنعها من التدهور، وذلك بإيجاد نوع من التوازن بين الزراعة والمراعي والغابات تبعاً للظروف البيئية السائدة.

ب ـ الاعتماد على القوى البشرية لحسن استغلال هذه الموارد والمحافظة عليها كثروة قومية، عن طريق وضع خطة تعليمية تدريبية لإعداد المزارعين الذين يحسنون استغلال الموارد الطبيعية ويحافظون عليها، والرفع من مستواهم المعيشي والاجتماعي في الريف لتشجيعهم على عدم الهجرة إلى المدينة، وذلك بتطوير الخدمات الطبية والتعليمية والتجارية وتأمين المسكن.

ج ـ الانطلاق من مبدأ أن «الماء» هو العامل البيئي الأساسي للزراعة في هذه المنطقة، وأنه من الضروري اتباع كافة الوسائل للمحافظة عليه واستعماله بأكثر فعالية ممكنة. **إن خطة التنمية المتكاملة لمنطقة سهل الجفارة هي مثال واضح على برنامج شامل لحسن استغلال الموارد الطبيعية وللحدّ من هدرها، وبالتالي لمكافحة التصحُّر الذي يلاحظ في أماكن متعددة في هذه المنطقة.**

6.1.8 ـ الهيئات الحكومية والتشريعات المتعلقة بالمحافظة على الموارد الطبيعية ومكافحة التصحُّر

رغبة في المحافظة على الموارد الطبيعية في البلاد، تمّ تشكيل هيئة عامة للمياه ومجلس للتنمية الزراعية المتكاملة، كما صدرت قوانين بشأن حماية الغابات والمراعي، وكذلك حماية الأراضي الزراعية والأراضي الوطنية.

في 12 فبراير (شباط) 1972، صدر القانون رقم 26 بشأن إنشاء هيئة عامة للمياه تختص باقتراح السياسة العامة للمياه وتحديد الأولويات للمشروعات التي تنتفع بالمياه سواء للشرب أو للزراعة أو للصناعة أو غيرها، بالإضافة إلى دراسة كل ما يتعلق باستغلال المياه واقتراح التشريعات الخاصة بالمياه ومتابعة تنفيذها، وكذلك الإشراف على تنفيذ المشروعات المتعلقة باستخراج المياه وحفر الآبار وطريقة استغلالها. وقد أُدمجت هذه الهيئة في أمانة جديدة أنشئت بتاريخ 76/10/23 تحت اسم أمانة السدود والموارد المائية.

للتكيّف مع هذا الجفاف ورغبة في صيانة الموارد الطبيعية من تربة وغابات ومراع، وكذلك انطلاقاً من ضرورة مكافحة التصحّر ومقاومة «زحف الصحاري» الناجم عن سوء استغلال الأرض عبر الأزمنة القديمة، قامت الجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية بوضع خطة شاملة للمحافظة على الموارد

الطبيعية من الهدر وإرساء أساس متين للتنمية الزراعية المتكاملة. وقد اتّبعت لبلوغ هـذا الهدف وسـائل متنـوعة متكيِّفـة والظروف البيئيـة وطبيعـة المـوارد الطبيعيـة والإمكـانات البشريـة، كما أصـدرت تشريعات وشكّلت هيئـات لحمايـة هذه المـوارد والإشراف على حسن استغلالها.

إن من دعـائم خطة التنميـة في الجماهـيريـة المحـافظـة عـلى المـوارد الطبيعيـة واستغـلالها أفضـل استغلال، مـع الأخـذ بعـين الاعتبـار ضرورة مقـاومـة «زحف الصحاري». وقد بينّا ذلك في هذا التقرير وحاولنا استنتاج درســين يمكن الاستفادة منهما من خلال التجـربة الليبيـة في استغلال المـوارد الطبيعية ومكـافحة التصحّـر وهما:

1 ـ تجربة تثبيت وتشجير الكثبان الـرملية المتحـركة في المنـاطق الجافـة ونصف الجافة بغية حماية المدن والقرى والأراضي الزراعية والمنشآت المختلفة.

2 ـ تجربة خطة التنمية المتكاملة لمنطقة سهل الجفارة التي تهدف إلى:

ـ حماية الموارد الطبيعية من تـربة وميـاه ونبت طبيعي ومنعها من التـدهور مـع تحسينها عند اللزوم بغية استغلالها أفضل استغلال.

ـ استثمار الإمكانات المناخيـة من مياه سطحيـة وجوفيـة وتربـة ومراع طبيعيـة لخلق تجمعات سكانية مستقرة زراعية ورعوية تُملَّك للمواطنين المزارعين مع تدريبهم وتأهيلهم.

ـ النهوض بالإنتاج الزراعي دعماً للاقتصاد الوطني.

2.8 ـ الوسائل المتبعة في مكافحة التصحُّر في المملكة الأردنية الهاشمية

1.2.8 ـ طرق صيانة التربة

أ ـ التشجير الحراجي لـلأراضي المنحدرة: يهـدف هذا التشجـير الحراجي إلى صيانة التربة وحفظ المياه في الأراضي الجبلية الشديدة الانحـدار. ويجري ذلـك عن طريق إنشاء مدرجات باتجاه خطوط التسوية (الكونتورية) وزراعـة أشجار حـراجية متنـوعة مثـل الصنوبـر الحلبي ونوع من الأكـاسيـا *Acacia cyanophylla* وبعض أنواع الأوكاليبتوس مثل *Eucalyptus camaldulensis* والأثـل *Tamarix articulata* والكـازوارينا *Casuarina cunninghamiana*. ابتـدأت مشاريـع تحريـج المنحدرات الجبلية منذ 1960 وقد أصبح لمديريـة الحراج خبـرة جيدة في هـذا المضمار، يمكن

الاستفادة منها في ظروف بيئية متوسطية مشابهة داخل الأردن وخارجه. إن الاتجاه الحالي في خطة التنمية هو تخصيص الأراضي التي يزيد انحدارها عن 25% للتشجير الحراجي بغية استغلالها، وحمايتها في الوقت نفسه من الانجراف، والمحافظة على المياه ومقاومة السيول. إن الأمثلة على هذا النوع من التشجير الوقائي عديدة في مرتفعات الضفة الشرقية.

ب ـ إنشاء المدرجات لزراعة الأشجار المثمرة: يجري إنشاءالمدرجات الحجرية في الأراضي التي يتراوح انحدارها بين 9 و25% تقريباً لزراعتها بالأشجار المثمرة. وبالرغم من التكاليف المرتفعة لهذه المدرجات، فإنها تُعتبر الوسيلة الملائمة للاستفادة من الأراضي المنحدرة في المناطق التي تزيد أمطارها عن 300 مليمتر سنوياً لإنتاج الفواكه والمحافظة على التربة وعلى المياه في الوقت نفسه.

تقدم الحكومة الأردنية في هذا المجال دعماً مادياً للمزارعين بغية تشجيعهم على بناء المدرجات في أراضيهم. وهكذا تم خلال السنوات العشر الماضية حماية 28 ألف هكتار وزراعة 2.160.000 غرسة أشجار مثمرة معظمها زيتون. كما ستعطى الأولوية في ذلك لمساقط المياه الرئيسية مع تشجيع كافة المزارعين ومالكي الأراضي الزراعية في كل مسقط مياه للاشتراك في المشروع.

ج ـ الحراثة الكونتورية في الأراضي الزراعية القليلة الانحدار: في الأراضي القليلة الانحدار (0 إلى 9%) المخصصة للزراعة البعلية (للقمح خاصة) تجرى الحراثة باتجاه خطوط التسوية (الكونتور) بغية المحافظة على التربة عن طريق مقاومة انجرافها بواسطة الأمطار وتشجيع امتصاص الماء من قبل التربة، والتخفيف إلى حد كبير من الجريان السطحي لمياه الأمطار وضياعها. إن الاتجاه الحالي هو تعميم هذه الحراثة بعد أن تدخل عليها التعديلات اللازمة تبعاً لخصائص التربة وقيمة الانحدار، كما هو الحال في مشروع زراعة القمح البعلية في الرمثا وغيرها.

د ـ المحافظة على مساقط المياه: تولي مشاريع التنمية عناية خاصة بالمحافظة على مساقط المياه باتباع أسلوب متكامل من أعمال الصيانة والاستصلاح والتشجير الحراجي على مدرجات وتحسين المراعي في الأحواض المائية الرئيسية في البلاد، كما هو الحال بالنسبة لحوض سد الزرقاء وسد الملك طلال وسد وادي شعيب. إن هذا الأسلوب في إدارة واستغلال الأحواض المائية يساهم في الحد من انجراف الأتربة فيحافظ على خصوبتها بالنسبة لإنتاج المحاصيل المتنوعة من جهة، ويطيل من عمر السد من جهة أخرى. كما يساهم أيضاً في الحد من تكوين السيول، وبالتالي في المحافظة على المواد وحسن امتصاصها من قبل التربة.

هـ ـ التشجير الحراجي للأراضي البور وجوانب الطرقات: تقوم مديرية الحراج منذ أكثر من 15 عاماً بتحريج الأراضي البور بغية استغلالها، وفي الوقت نفسه تقوم بالمساهمة في المحافظة على التربة وتحسين البيئة المحلية. كما نفذت المديرية خطة تشجير جوانب الطرقات الرئيسية بهدف التجميل وتثبيت جوانب الطرقات وتلطيف البيئة المحلية باستعمال الأنواع التالية بشكل خاص: *Acaia cyanophylla* و*Schinus molle* و*Ceratonia siliqua* و*Tamarix articulata* و*Casuarina sp.* و*Eucalyptus camaldulensis* و*Pinus halepensis*.

و ـ حماية وتحسين المراعي الطبيعية: نظراً لأهمية مناطق المراعي الطبيعية في الأردن من الناحيتين البيئية والاقتصادية، فقد اهتمت الدولة بالحد من تدهور هذه الثروة القومية الكبرى عن طريق حمايتها وتحسينها. وقد أنشئت لهذا الغرض عدة محميات مثل محميات الخناصرة وصبرة والشومري والجرباء الخ... كما أجريت التجارب لتحسين المراعي عن طريق البذر الاصطناعي بأنواع رعوية محلية وأجنبية، أو زراعة شجيرة علفية واتباع أسلوب الرعي الدوري والمؤجل. هذا وقد صدر قانون بمنع حراثة أراضي البادية التي يقل معدل أمطارها من 200 مم سنوياً وذلك لحماية الغطاء النباتي ومكافحة التصحّر الذي ساهمت في تعظيمه حراثة البادية. كما تقوم الدولة منذ 1964 بتطبيق سياسة توطين البدو في البادية للرفع من مستواهم الاجتماعي والثقافي، وكذلك لتخفيف الضغط على المراعي الطبيعية.

سنتكلم بالتفصيل فيما بعد عن سياسة الدولة وخططها لحماية وتحسين المراعي الطبيعية.

ز ـ إنشاء المنتزهات القومية: يجري، تحت إشراف الجمعية الملكية لحماية الطبيعة، إنشاء منتزه قومي في محمية الشومري بالأزرق بهدف حماية الحياة الحيوانية البرية وكذلك حماية البيئة. يعتبر إنشاء مثل هذه المنتزهات القومية في المناطق الرعوية الشديدة الجفاف من أهم وسائل مكافحة التصحّر.

ح ـ إنشاء كاسرات الرياح: تنشأ كاسرات الرياح حول بساتين الفاكهة والخضر المروية في وادي الأردن للحد من شدّة الرياح وحفظ التربة والمياه.

ط ـ تثبيت الكثبان الرملية: تقوم مديرية الحراج بمشروع تشجير الكثبان الرملية في الرم والديسة في جنوب الأردن.

2.2.8 ـ طرق توفير المياه والمحافظة عليها

إن المياه هي أكثر الموارد الطبيعية ندرة في الأردن إذ إنه يعتمد بدرجة كبيرة على مياه الأمطار لتلبية احتياجاته. وتعتمد الدولة خطة لمسح الموارد المائية السطحية

والجوفية في البلاد بغية استغلالها أفضل استغلال لحاجات الري والشرب والصناعة، وذلك عن طريق حفر الآبار وإنشاء السدود وحفظ مساقط المياه وتوفير استهلاك الماء في الري باستعمال الري بالرشاشات والري بالتنقيط الخ... كما سنبيِّن ذلك فيما يلي:

تدل الدراسات أنه إذا تم استغلال مصادر المياه المتوافرة في المملكة والتي تشتمل على مياه الفيضانات والأنهار والينابيع والمياه الجوفية، فإنه بالإمكان توفير ما مجموعه ألف مليون متر مكعب من المياه سنوياً.

أ ـ **حفر الآبار**: تشكّل المياه الجوفية مصدراً رئيسياً من مصادر المياه في الأردن حيث يغطي إنتاج الآبار المستغلة حالياً حوالي ثلث احتياجات المملكة من المياه المستعملة لأغراض الشرب والصناعة والري.

تقدّر كمية المياه التي يمكن ضخها بواسطة الآبار سنوياً في حالة حفر شبكة آبار منظمة وموزعة على أساس الدراسات الهيدروجيولوجية بحوالي 200 إلى 250 مليون متر مكعب. وقد بلغ عدد الآبار التي تم حفرها حتى عام 1957، 859 بئراً حفرت سلطة المصادر الطبيعية من أصلها مئة بئر بين 1973 و1975.

ب ـ **بناء السدود**: بالإضافة إلى برامج حفر الآبار تقوم الدولة ببناء السدود التخزينية والتحويلية لتجميع المياه وتحويلها لأغراض الري والشرب، وتنمية المراعي وتوطين البدو وتغذية طبقات المياه الجوفية وتوليد الطاقة الكهربائية. إن حوالي 32سداً جرى تنفيذها أو هي قيد التنفيذ خلال الخطة الخمسية الجديدة موزعة في مناطق عديدة من المملكة: المفرق ـ الضليل ـ وادي زقلاب ـ وادي شعيب ـ وادي الكفرين ـ القطرانة ـ السلطاني ـ نهر الزرقاء ـ وادي الحسا ـ وادي الأبيض ـ وادي سواقه ـ وادي المقارن/اليرموك ـ وادي العاقب/البادية ـ وادي العرب ـ وادي الجرم الخ...

ج ـ **المحافظة على مساقط المياه**: إن خطة المحافظة على مساقط المياه بإنشاء المدرجات وحسن تنظيم الاستغلال تخفف، كما شرحنا سابقاً، من ضياع المياه وتسهل امتصاصها من قبل التربة وتغذية المياه الجوفية.

د ـ **الري بالرشاشات**: انتشر استعمال الري بالرشاشات في معظم مشاريع الري في البلاد. إنه يساهم في توفير استعمال المياه في الري. يقبل المزارعون على هذا النمط من الري، كما تعمل الدولة على تشجيع انتشاره.

هـ ـ **الرّي بالتنقيط**: انتشر استعمال الري بالتنقيط في ري الأشجار المثمرة والخضروات وبشكل خاص في وادي الأردن. إلاّ أنه لوحظ أنه في الظروف المناخية

والأرضية لوادي الأردن، يؤدي هذا النمط من الري إلى تركيز الملوحة في التربة بين خطوط الري. إن هذه الملاحظات تتطلب مزيداً من الدراسة والتمحيص لأن مستقبل التوسّع في الري بالتنقيط في مثل ظروف الأردن وغيره من البلدان مرتبط بعدم ارتفاع الملوحة في التربة.

و ـ الزراعة في بيئة مراقبة تمّ التحكم فيها (الخيام): تنتشر الزراعة في الخيام في وادي الأردن لإنتاج الخضار. وهي زراعة تسمح بإطالة موسم الخضروات، وتوفير مياه الري بالنسبة للطرق التقليدية في الزراعة.

ز ـ الزراعة عن طريق مياه الأمطار الجارية: تستعمل هذه الطريقة في الزراعة بالاستفادة من مياه الأمطار الجارية منذ القديم في الأردن، حيث توجَّه مياه الأمطار الجارية على السفوح إلى المناطق المزروعة لتستفيد منها. إن هذا النمط من الري يستحق مزيداً من الاهتمام للتوصّل إلى أفضل طريقة للاستفادة من مياه الأمطار وتوفير المياه الجارية في المناطق القليلة الأمطار. تقوم مديرية الحراج بتشجير حراجي للاستفادة من مياه الأمطار الجارية في منطقة الأزرق حيث لا تتعدى الأمطار السنوية 70 مليمتراً وعن طريق استعمال أنواع جفافية.

3.2.8 ـ الوسائل المتبعة في حماية وتطوير مناطق المراعي الطبيعية

بيّنا فيما سبق أن منطقة المراعي الطبيعية تغطي في المملكة الأردنية الهاشمية مساحة كبيرة تصل إلى 87% من المساحة الكلية للمملكة. وهي تشمل ما يسمى بالمراعي الصحراوية، وتقل فيها الأمطار السنوية عن 100 مم، وأراضي المراعي شبه الصحراوية وتتراوح أمطارها بين 100 و250 مم. وقد شرحنا أيضاً أن معظم هذه المراعي متدهور وانتاجيته متدنية كثيراً بسبب الرعي الجائر واقتلاع الشجيرات للحريق، وكذلك الفلاحة الآلية التي ساهمت إلى حد كبير في استفحال التدهور وتعرية التربة وانجرافها، وكانت هذه العوامل ولا تزال من أهم أسباب التصحّر الذي يشاهد بوضوح في مناطق المراعي الطبيعية في الأردن.

إنطلاقاً من الأهمية القصوى لمناطق المراعي الطبيعية من النواحي البيئية والاقتصادية والاجتماعية، قامت الدولة بوضع خطة متوسطة وبعيدة المدى تهدف إلى حماية مناطق المراعي وتطويرها بغية الاستفادة منها في تربية الأغنام مع المحافظة عليها وتحسينها في الوقت نفسه. تشمل خطة التطوير هذه ما يلي: إنشاء المحميات ـ تحسين المراعي الصحراوية وشبه الصحراوية ـ تحسين الشروط الرعوية في المناطق المَطِرَة والمروية ـ توطين البدو ـ إنشاء المنتزهات القومية ـ تطبيق قانون المراعي.

إن خطة حماية وتطوير مناطق المراعي الطبيعية تشكّل إذاً برنامجاً متكاملاً يأخذ بعين الاعتبار الجوانب البيئية والانسانية والتشريعية والتقنية أساساً في معالجة الموضوع. وتعتبر هذه الخطة من أهم وسائل مكافحة التصحّر وحماية البيئة والمحافظة على إنتاجيتها لصالح الإنسان. من الجدير ذكره أن تطبيق هذه الخطة لا يخلو من صعوبات يعود معظمها إلى أسباب إنسانية أكثر منها تكنولوجية.

أ ـ إنشاء المحميات:

أنشئت داخل مناطق المراعي شبه الصحراوية (أراضي المراعي الهامشية) والتي تحصل على 100-250 مليمتراً من الأمطار سنوياً عدة محميات كمحطات تجريبية موزعة ضمن المنطقتين التاليتين:

ـ المنطقة الأولى وتبلغ مساحتها ستمائة ألف هكتار تقريباً، وتمتد في شريط ضيق من رأس النقب جنوباً حتى مدينة المفرق شمالاً بعرض يتراوح بين 3 و10 كيلومترات. وهي منطقة الشجيرات وتعتبر من أصلح المناطق الرعوية في البلاد.
ـ المنطقة الثانية وتبلغ مساحتها أربعمائة ألف هكتار، وتمتد من المفرق غرباً إلى الحدود العراقية شرقاً. وهي منطقة الأعشاب المحاذية للحدود السورية.

تمّ إنشاء محميتي الفجيج والجرباء في المنطقة الأولى، ومحميتي صرة والخناصري في المنطقة الثانية كنماذج ممثلة للمناطق الرعوية المراد تحسينها.

وتجري فيها تجارب للبذر الصناعي لأنواع علفية، محلية وأجنبية ولزراعة شجيرات علفية، وكذلك دراسات حول النبت الطبيعي والحمولة الرعوية.

يوجد على رأس المحمية مهندس زراعي يساعده مراقبون زراعيون وعمال.

ب ـ تحسين المراعي الصحراوية وشبه الصحراوية (مراعي البادية):

تتبع الأساليب التالية لتحسين المراعي الصحراوية وشبه الصحراوية:

1 ـ الحماية: أثبتت الحماية فعاليتها في تحسين المراعي، إذ يلاحظ دوماً تحسُّن في النبت الطبيعي من حيث كثافته وظهور نباتات جديدة، وينتج من ذلك تحسُّن ملحوظ في القدرة الرعوية للمناطق المحمية. وقد لوحظ في المحميات السابقة الذكر، أن القدرة الرعوية للمراعي قد ارتفعت بسرعة، بعد عدة سنوات من الحماية فقط، من 10 هكتارات لرأس واحد من الغنم إلى هكتارين فقط لرأس واحد/سنة.

2 ـ البذر الصناعي لأنواع علفية: بالإضافة إلى الحماية يجري تحسين المراعي عن طريق البذر الصناعي لأنواع علفية محلية وأجنبية مستوردة، بشكل

تجارب ضمن المحطات الـرعويـة المحمية. من بـين الأنواع العلفيـة المحلية يجـري استعمال الأنواع التالية:

Poa sinaica, Festuca pratansis, Phalaris tuberosa, Oryzopsis holiciformis, Orysopsis miliacea, Colutea istaria.

أما الأنواع الأجنبية فهي متعددة، وقد تم تجربة 25 نوعـاً من النباتـات العلفية الأجنبيـة في 1975 في محطتي الفجيـع والخنــاصرة وقـد استــوردت من فــرنســا واستراليا. زرعت هذه الأنواع على خطوط كونتورية بالتناوب مع شجيرات علفية.

3 ـ **زراعة شجيرات علفية**: تجري أيضـاً تجربـة شجيرات علفيـة لزراعتهـا في مناطق المراعي الطبيعية بغية تحسينها. إن أكثر الأنواع المستعملة هي التالية:

Atriplex numularia, Atriplex canescens, Prosopis specigera, Salsola vermiculata.

تجرب هذه الشجيرات في محميات الخنـاصرة والفجيح وضبعـة والجربـاء وصرة بغية نشر استعمالها على نطاق واسع.

4 ـ **دراسة الحمولة الرعـوية**: تجـري دراسة النبت الطبيعي لاستنتـاج حالـة المراعي وتحديد الحمولة الرعوية عن طريق إقامة مسيّجات.

5 ـ **إقامة سدود حجرية**: تجري إقامة سدود حجرية على مجـاري المياه لجمـع مياه الأمطار والحد من انجراف التربة مساهمة في تحسين حالة المراعي.

ج ـ تحسين الشروط الرعوية في المناطق المَطِرة والمروية

ـ رغبة في توفـير الكمية الـلازمة من الأعـلاف من جهة وفي تخفيف الضغط عـلى المراعي الطبيعية لمناطق البادية، يجري تطوير زراعة المحاصيـل العلفية في المنـاطق التي تزيد أمطارها عن 250 مليمتراً في السنة، وفي المناطق المرويـة في المرتفعـات وفي وادي الأردن.

ـ يـرتكز مبـدأ التطويـر في المناطق المَطِـرة على تطبيق دورة ثنـائيـة من الشعـير والمحاصيل العلفية البقولية الخضراء في المناطق التي تحصل على 250-350 مليمتـراً من الأمطار السنوية، ودورة ثلاثية في المناطق التي تزيد أمطـارها عن 350 مليمتـراً سنوياً بحيث تكون البقوليات العناصر الأساسية فيها لتوفير العلف.

ـ أما في المناطق المروية فالتطوير يرتكز على ما يأتي:

في المرتفعات التي تعتمد على المياه الجوفية يرتكز مبدأ التطوير بالنسبة للمـراعي على تشجيع زراعة الفصة بدلاً من الخضروات.

في وادي الأردن يعتمد مبدأ التطوير على زراعة البرسيم في الدورة الزراعية بنسبة 15% من مجموع المساحات المروية، وتطبيق دورة زراعية متممة، وذلك بزراعة الذرة العلفية بعد الخضروات والمحاصيل الشتوية.

د ـ توطين البدو

ابتدأت خطة توطين البدو في البادية في المملكة الأردنية الهاشمية منذ عام 1962 بالاستفادة من المياه الجوفية المتوفرة. وتهدف هذه الخطة إلى:

ـ رفع المستوى الاجتماعي والاقتصادي والصحي والتعليمي للبدو الرحل.
ـ استثمار الأراضي المستصلحة للإنتاج الزراعي وبشكل خاص المحاصيل العلفية والحبوب والخضروات لتوفير الأعلاف وتأمين بعض المحاصيل الغذائية للسكان.
ـ تدريب أبناء العشائر البدوية في البادية الجنوبية على الأعمال الزراعية تمهيداً لتسليمهم وحدات زراعية.
ـ تخفيف الضغط على المراعي الطبيعية في البادية والسماح لها بتجديد نفسها.
ـ مكافحة التصحّر الذي أخذ يستفحل في المناطق الجنوبية والشرقية من البادية.

لقد أنشىء أول مشروع توطين للبدو في الجفر في البادية الجنوبية عام 1962، ثم توالت المشاريع بعد هذا التاريخ حتى أصبح عددها الآن تسعة.

صدر بعد ذلك النظام رقم 30 لعام 1970 حول توزيع الوحدات الزراعية لمشاريع الري في مناطق توطين البدو الجنوبية والشرقية. وفي عام 1976 صدر نظام رقم 55 يحدد بدل خدمات وأثمان الوحدات السكنية في مناطق المشاريع الزراعية.

1 ـ تدريب البدو على الزراعة المرويّة

تنفيذاً لخطة توطين البدو وضع مشروع بهذا الخصوص يهدف إلى:

أ ـ تدريب العمال البدو على النشاطات الزراعية المختلفة وإعدادهم لاستلام وحدات زراعية مستصلحة حسب المعايير التالية:

1 ـ انتخاب المرشحين للتدريب من البدو ومن أهالي مناطق مراكز المشروع.

2 ـ تدريب المرشحين المنتخبين لمدة سنتين على الأعمال الزراعية المختلفة وطرق الري الحديثة ودفع أجور لهم مقابل خدماتهم كعمال متدربين. ويكون ناتج الوحدات الزراعية ملكاً للدولة.

3 ـ تأجير العدد المناسب منهم وحدات زراعية لمدة ثلاث سنوات، ويكون الناتج

ملكاً للمستأجرين. وخلال هذه الفترة تقدم الوزارة الخدمات الإرشـادية والخـدمات المادية التالية:

- كافة الخدمات الآلية لمختلف العمليات الزراعية.
- المياه.
- الوحدات السكنية وزرائب الحيوانات.

كما تقدم الوزارة خدمات عامـة يستفيد منهـا المستأجـرون والقاطنـون حول مـراكز المشروع، وهي المدارس ومياه الشرب والعيادات الصحية والجوامع، وإنشاء السياج حول المزارع الخاصة وإصلاح عين الماء الخ... وذلك لتشجيع البدو على الاستقـرار حول مراكز المشروع والاستفادة من الخدمات المتوفرة.

ب - إيجاد فرص عمل للبدو في مناطق الاستيطان مما يساعـد في تحسين الحـالة الاقتصادية.

ج - تـوفير الخضروات والحبـوب والأعلاف وبيعهـا إلى المستوطنـين أثنـاء فتـرة التدريب بسعر الكلفة.

2 - الأعمال المنوطة بوزارة الزراعة لتنفيذ المشروع

تقوم وزارة الزراعة لتنفيذ مشروع توطين البدو بالأعمال التالية:

أ - إجراء جميع أعمال التسويـة والمسح الطبـوغرافي وتحـديد خطـوط التسويـة (الكونتور) وإنشاء الأحواض.

ب - القيام باستصلاح الأراضي وخاصة المالحة منها عن طريق غسلها وزراعتهـا بالشعير لمدة سنتين.

ج - تدريب البدو على الزراعة. تُدفع للمتدربـين أجور لـمدة سنتين حسب النظـام 30 لعام 1970 والذي يتمّ بموجبه اختيار المرشحين للتدريب.

تجـري الزراعـة في المشروع استناداً إلى نمط مقـرر على النحـو التالي: 40% من المساحة تزرع بالفصة و60% منها يـزرع بالحبـوب والخضروات. تطبق هذه النسب في كل مشاريع الاستيطان ما عدا مشروع الجفـر حيث تخصص 50% من المساحـة لزراعة الفصة و50% منها للحبوب والخضروات مناصفة.

جرى حتى الآن استصلاح 695 هكتـاراً، كما جـرى تدريب 149 عـاملاً زراعيـاً بدوياً وسلِّمت لهم الأرض. علماً بأن عدد المستفيدين من الخدمات التي توفرها هذه المشاريع بلغ 14220 شخصاً.

هـ ـ إنشاء المنتزهات القومية وحماية الحياة الحيوانية البرية

مساهمة في المحافظة على البيئة وحماية الحياة الحيوانية البرية، قامت الجمعية الملكية لحماية الطبيعة بعدة مشاريع هي:

1 ـ إنشاء منتزه قومي في الشومري: تقدر مساحة هذا المنتزه بـ 2200 هكتار، ويقع على بعد 12 كلم في جنوب الأزرق في المنطقة الشديدة الجفاف. حفر فيها بئر للمياه الجوفية كما أحيطت بسلك شائك. تقوم الجمعية بإعدادها لإكثار الحيوانات البرية التي انقرضت من المنطقة والأنواع المهددة بالانقراض للمحافظة عليها وإكثارها.

2 ـ إنشاء منتزه في واحة الأزرق: تبلغ مساحة هذه الواحة حوالي خمسة آلاف كيلومتر مربع، ويتمّ إعدادها لتكاثر الطيور والحيوانات البرية فيها.

و ـ قانون المراعي

يعرف قانون الزراعة رقم 20 لسنة 1973 «للمراعي» بأنها جميع أراضي الدولة المسجلة، وأية أراضٍ أخرى للدولة يقل المعدل السنوي لسقوط الأمطار فيها عن 200 مليمتر. وهو يعطي لوزير الزراعة حق إصدار قرارات تهدف إلى:

ـ تحسين وتطوير المراعي والمحافظة عليها.
ـ تنظيم دورات الرعي وتجديد فتراته لكل منطقة جغرافية.
ـ تحديد نوع وعدد الماشية المسموح بإدخالها للرعي في كل منطقة.
ـ العمل على زيادة إنتاج أراضي المراعي لنباتات الرعي والنباتات العلفية وإجراء التجارب والأبحاث المتعلقة بذلك.
ـ استغلال المياه السطحية وإنشاء وتشغيل وإدارة مشاريع السدود الصغيرة ومنشآت انجراف المياه ونشرها لإنتاج النباتات العلفية.
ـ حفر الآبار وتجهيزها بمعدات الضخ وإنشاء البرك لأغراض توفير مياه الشرب للمواشي.
ـ المحافظة على البيئة وعناصرها الطبيعية في المراعي بما في ذلك تربتها ونباتاتها البرية والمزروعة وحمايتها من سوء الاستعمال.

إن قانون المراعي يعاقب كل من يقوم بالمخالفات التالية في مناطق الرعي:

ـ التعدّي على المراعي بفتحها أو زرعها أو حفر آبار فيها أو بإقامة أبنية ومنشآت عليها.
ـ فتح المقالع واستخراج مواد البناء بدون ترخيص.

- إزالة أو قطع أو خلع أو حرق نباتات المراعي.
- الاعتداء على المنشآت المقامة على أراضي المراعي والتابعة لها.
- مخالفة أي حكم من أحكام هذا القانون أو أي قرار صادر بمقتضاه.

إن قانون المراعي يساهم إلى حد كبير في حماية المراعي الطبيعية في البادية وفي تحسينها، وذلك بالرغم من الصعوبات التي يلاقيها تطبيق هذا القانون من الناحية الإنسانية. ويعتبر من أهم دعائم مكافحة التصحّر في البادية الأردنية.

ز - الإتجاه المستقبلي لتطوير مراعي البادية في الأردن

يجري في الوقت الحاضر تنسيق بين الأردن وسوريا لتطوير البادية في البلدين استناداً إلى خبرتهما في معالجة أمور البادية، وخاصة بما يتعلق بالنواحي التقنية والانسانية المرتبطة بالرعي. سيكون لهذا التنسيق نتائج إيجابية أكيدة نظراً للتشابه بين الشروط البيئية والنبتية والإنسانية في الباديتين.

وقد نتج من اجتماعات لجنة التنسيق مجموعات من التوصيات منها: 1 - اعتبار السياسة التعاونية - الحكومية هي السياسة التي يفضل اتباعها عن طريق إنشاء مراكز محطات حكومية رعوية وتشكيل جمعيات تعاونية لتحسين المراعي وتربية الحيوان. 2 - تشديد العقوبات على كل من يتعدى على أراضي المراعي الطبيعية بالحراثة والفلاحة. 3 - تحديد أراضي المراعي الطبيعية وأراضي المراعي المروية الحكومية على الطبيعة تسهيلاً لحمايتها واستغلالها، وبناء مخازن أعلاف في مراكز الجمعيات التعاونية. 4 - التعمق في دراسة مصادر المياه وتوزيع الآبار في مناطق البادية، وربط مشاريع تزويد مراعي البادية بالمياه بخطة تطوير، وتحسين المراعي الطبيعية للحفاظ على التوازن بين موارد الكلأ والماء.

4.2.8 - الهيئات والتشريعات المتعلقة بالمحافظة على الموارد الطبيعية ومكافحة التصحُّر

لحماية المصادر الطبيعية واستغلالها أفضل استغلال، تمّ تشكيل سلطة المصادر الطبيعية والجمعية الملكية لحماية الطبيعة بالإضافة إلى مديرية الحراج والمراعي التي تهتم بالثروة الحراجية والرعوية والتي تمارس نشاطها منذ عشرات السنين. كما سُنَّتْ عدة قوانين تهدف إلى حماية الثروة الحراجية والمراعي والمحافظة على المياه والتربة والحياة الحيوانية البرية.

أ - سلطة المصادر الطبيعية: أنشئت هذه السلطة في عام 1968 وحددت مسؤولياتها كما يلي:

- تخطيط وتصميم وإنشاء وتشغيل وصيانة مشاريع توريد المياه والري

وتطويرها واستغلالها والقيام بجميع الأعمال المتعلقة بها وتسوية الخلافات الناشئة عن استعمال مصادر المياه.

- تنظيم وإدارة إنشاء الآبار الارتوازية العامة والخاصة واستكشاف مصادر المياه الجوفية. ولا يجوز لأي كان أن يقوم بالحفر ما لم يكن مسجلاً لدى السلطة. كما تقوم السلطة أيضاً بمساعدة القرى والبلديات على تصريف المياه الملوثة ومياه الفيضانات والمياه المبتذلة والاستفادة منها على أفضل وجه ممكن.

- تكون السلطة مسؤولة عن تقرير السياسة العامة المتعلقة بالمياه للمملكة. ويكون **الهدف الرئيسي لهذه السياسة الحفاظ على مصادر المياه في المملكة** وصيانتها، بغية استغلالها لأغراض متعددة تهدف إلى رفع المستويات الاقتصادية والاجتماعية والصحية في المملكة.

- يجري في الوقت الحاضر النظر في موضوع إنشاء مجلس وطني أعلى للمياه.

ب - **الجمعية الملكية لحماية الطبيعة**: أُنشئت هذه الجمعية بغية:

- حماية الطبيعة (الأحياء البرية والمائية والأشجار والنباتات البرية وموطنها) وذلك بالتعاون مع الجهات الأردنية المسؤولة والهيئات الدولية والإقليمية المعنية.
- المحافظة على البيئة وحمايتها من التلوُّث.
- العمل على إكثار الأحياء البرية والمائية بجميع الوسائل.
- العمل على إعادة أنواع الأحياء البرية والمائية التي انقرضت في المملكة وإكثارها وتأمين وسائل حماية وإكثار الأنواع المهددة بالإنقراض في مواطنها.
- العمل بالتعاون مع الجهات الرسمية المختصة والمؤسسات الدولية والإقليمية المعنية على جلب أنواع جديدة من الأحياء البرية والمائية تناسبها طبيعة ومناخ البلد لزراعتها وتوطينها وإكثارها.
- التعاون مع الجهات المعنية لإنشاء المنتزهات القومية.
- التعاون مع الجهات المختصة لحماية المظاهر الطبيعية التي تتمتع بطابع الجمال الخاص ومحاولة إبراز هذا الجمال.
- التنظيم والإشراف على رياضة الصيد والرماية في المملكة.
- توعية الجمهور بأهداف الجمعية وإشراكه في تنفيذ أهدافها بالوسائل المناسبة.

ج - **قانون المراعي**: وقد تكلمنا عنه بالتفصيل سابقاً بالفقرة و.

د - **قانون الثروة الحراجية وحفظ التربة**: وهو تابع للقانون رقم 20 لسنة 1973 المعروف تحت اسم قانون الزراعة. ويهدف إلى حماية الحراج والمحافظة عليها وإلى صيانة التربة. إن تطبيق هذا القانون والقوانين التي سبقته ساهمت إلى حد كبير في إيقاف تدهور الثروة الحراجية وتحسينها وإلى حفظ التربة والتخفيف من حدة السيول.

3.8 ـ الوسائل المتبعة في مكافحة التصحُّر
فـــي
بادية الجمهورية العربية السورية

جرت دراسة الوسائل المتبعة في مكافحة التصحُّر في منطقة البادية في الجمهـورية العربية السورية بشيء من التفصيل في الفصل السادس تحت عنوان وسائل مكافحة التصحُّر:

يرجى الرجوع إلى هذا البحث. ثانياً ـ للمحافظة على المراعي الطبيعية وتحسينها كوسيلة لمكافحة التصحُّر.

4.8 ـ الوسائل المتبعة في مكافحة التصحُّر في دولة الإمارات العربية المتحدة

يمكن تلخيص هذه الوسائل كما يلي:

1.4.8 ـ التشجير الحراجي الوقائي

أ ـ تقوم دولة الإمارات العربية المتحدة بحملة كبيرة للتوسُّع في التشجير الحراجي الوقائي بغية حماية البيئة وتحسينها وتثبيت الرمال وحماية الطرقات والمدن والبساتين: وذلك بالرغم من الظروف البيئية القاسية السائدة في البلاد وخاصة بما يتعلق بشدّة الجفاف وقلة المياه وعيوب التربة.

ابتدأت حملة التشجير منذ سبع سنوات تقريباً وقد تم حتى الآن تشجير ما يقارب سبعة آلاف هكتار. إن حملة التشجير ومكافحة التصحُّر يلقيان رعاية عامة من قبل صاحب السمو رئيس الدولة نفسه.

ب ـ يجري إنشاء حزام أخضر واقٍ على جوانب الطرقات الرئيسية كافة، كالحزام الذي ينشأ على الطريق الواصلة بين أبو ظبي والعين حيث تتعرض لسفّ الرمال المستمر وخطر زحف الكثبان الرملية العالية على النباتات.

ينشأ الحزام بعرض 100 متر تقريباً في جهتي الطريق، وتزرع الأشجار بمسافة 7×7م بعد أن يتم تثبيت شبكة الري بالتنقيط. إن هذه الطريقة في الري هي الشائعة في الوقت الحاضر نظراً لقلة المياه. إلاّ أنه في بعض الأحيان يتم الري بالطريقة العادية بسقاية كل شجرة على حدة.

إن أهم الحراجية المستعملة في هذا النوع من التشجير هي التالية:

Acacia raddiana, Acacia tartilis, Casuarina sp., Eucalyptus camaldulensis, Prosopis juliflora, Prosopis, specigira, Parkinsonia aculeata, Schinus molle, Tamarix articulata, Zizyphus spina-christi.

وذلك تبعاً لطبيعة التربة وخاصة وجود الأملاح فيها.

إن هذه الأحزمة محمية تماماً وتلقى عناية مميزة من قبل المسؤولين والمواطنين على السواء.

إن خطة الدولة المستقبلية هي في تعميم هذه التجربة على طرقات دولة الإمارات العربية المتحدة كافة والتوسع في تثبيت الكثبان الرملية البعيدة نسبياً عن الطرقات. لوحظ على الحزام الأخضر بين العين وأبو ظبي بعض العوارض نتيجة الملوحة في مياه الرّي التي تزداد باتجاه أبو ظبي. ويرجع ذلك إلى أن المياه الجوفية المستعملة في الري تزداد ملوحتها في العين باتجاه أبو ظبي حيث تزداد الناقلية الكهربائية من 2.8 مليموز/سم بالقرب من العين حتى 7.00 مليموز/سم في الموقع رقم 212 حتى 17 مليموز/سم بالقرب من أبو ظبي في الموقع رقم 232. وهنا تظهر أعراض فيزيولوجية على الأشجار. وفي مثل هذه الشروط للملوحة لا تستطيع العيش سوى قلة من الأشجار مثل الطرفاء *Tamarix articulata* الشديدة التحمل للملوحة.

ج ـ في المناطق الزراعية وحول البساتين والحقول يجري إنشاء كاسرات رياح للتخفيف من حدة الرياح والتقليل من ضياع الماء عن طريق التبخر الكُلّي. تبعاً للظروف المحلية، يجري استعمال الكازوارينا *Casuarina* والطرفاء *Tamarix articulata* وأحياناً الأوكاليبتوس *Eucalyptus camaldulensis* الذي لا ينصح باستعماله في حماية البساتين لمنافسته الأشجار والمزروعات على الماء.

د ـ تكثر الدولة من إنشاء الحدائق والمنتزهات داخل المدن وحولها، وهي بذلك تساهم أيضاً في تلطيف البيئة ومكافحة التصحّر محلياً.

2.4.8 ـ المحافظة على المياه وزيادة وفرتها

بما أن الماء في دولة الامارات هو العامل الأساسي المحدّ في النموّ الزراعي والتطوّر الاجتماعي، فإن الدولة تعير موضوع الماء اهتماماً كبيراً. ويتجلى هذا الاهتمام في المحافظة على المياه وزيادة وفرتها، بما يلي:

أ ـ تهدف سياسة الدولة المائية إلى إجراء مسح شامل ودقيق للمصادر المائية كافة، السطحية منها والجوفية، وبخاصة فيما يتعلق بالملوحة.

بالنسبة للمياه السطحية تجري دراسة تدفق سبعة أودية رئيسية بغية إنشاء سدود عليها للمحافظة على المياه واستعمالها في الري وفي تغذية المياه الجوفية. كما توجد خطة لإصلاح وإعادة استعمال بقية الأفلاج (القنوات) الموجودة في البلاد.

ب ـ يجري استكمال شبكة كاملة لمحطات الأرصاد الجوية في كافة نواحي البلاد

لأخذ فكرة جيدة عن الأمطار وتوزّعها على الأشهر وتغيراتها من سنة لأخرى ودرجات الحرارة والتبخُّر.

ج ـ تشجع الدولة طريقة الري بالتنقيط لسقاية الأشجار الحراجية والأشجار المثمرة والخضار. وقد بدأ المزارعون باستعمالها في بساتينهم.

كما يوجّه المزارعون إلى الابتعاد عن الرّي التقليدي بالأقنية غير المبطنة، لاسيما في الأراضي الرملية العالية النفوذية. وقد أظهرت التجارب في محطة الدقداقة وفي محطة كلبا أن أعلى نسبة من فقدان المياه نتيجة القرب في الأقنية غير المبطنة كانت 28.3 سنتيمتراً في الساعة في قناة رملية قرب المليحة. كما أن أنظمة الري هذه تسبب زيادة في ملوحة المياه الجوفية، وذلك بسبب دورة الري، لاسيما أن مصدر مياه الري هو من المنطقة التي يتم استعمالها.

يقوم مركز التجارب الزراعية في الحمرانية بإجراء تجارب حول أفضل طرق الري التي تؤدي إلى خفض كمية المياه المستهلكة والتي تمنع تملّح التربة في الوقت نفسه. تستعمل طرق عديدة منها: طريقة الأثلام التقليدية ـ طريقة الأثلام المحسنة ـ الري بالتنقيط ـ الري بالرش ـ **الري المظلي**، bufler irrigation وتستعمل هذه الطريقة الأخيرة لأول مرة في المنطقة.

د ـ تحلية مياه البحر: أنشأت الدولة في أبو ظبي مصنعاً لتحلية مياه البحر، وهناك خطة لإنشاء مصانع أخرى.

إن المصدر الرئيسي للمياه في أبو ظبي هو المياه الناتجة من تحلية مياه البحر. تمزج المياه المزالة ملوحتها بالمياه الجوفية في العين. يبلغ إنتاج المصنع 5500 متر مكعّب يومياً.

هـ ـ تجرى تجارب بالتعاون مع شركة يابانية في السليمات (منطقة العين، أبو ظبي) لاختبار فوائد إنشاء حاجز اسفلتي مانع لتسرب الماء في الأراضي الرملية بالنسبة لتوفير مياه الرّي النادرة في البلاد.

و ـ بغية توفير مياه الري والحد من الأشعة الشمسية، وتأثيرها في المزروعات، تجرى تجارب في العين لتظليل المزروعات بأغطية بلاستيكية مثقوبة متحركة.

3.4.8 ـ تشجيع الزراعة

تقوم الدولة بتشجيع الزراعة بغية زيادة الإنتاج الزراعي كماً ونوعاً، ووسيلة لمكافحة التصحّر، وذلك باتباع وسائل متعددة مثل إقامة مراكز للبحوث والتجارب الزراعية ومساعدة المزارعين على تأسيس مزارع جديدة وحثهم على شراء الآلات الزراعية وإنشاء الأسيجة وحفر الآبار الخ.

ورغبة في إنتاج الخضار اللازمة للاستهلاك المحلي، قامت الدولة بعقد اتفاقية مــع جامعة أريزونا في الولايات المتحـدة الأميركيـة لإجراء التجـارب على إنتـاج الخضار داخل خيام بلاستيكية. وقد أنشىء مركـز لأبحاث الأراضي القـاحلة في عـام 1969 في جزيرة السعديات في أبو ظبي يتولى الإشراف على هذه التجارب بالتعاون مع جـامعة أريزونا.

بعد سبع سنوات من التجارب استطاع المركز أن يستنبط أفضل الطـرق لزراعـة الخضار في الخيام البلاستيكية من النواحي الفنية والاقتصادية.

ونظراً لأهمية هذه الدراسات بالنسبة للزراعة في ظروف بيئية خاصـة، نبيِّن فيمـا يلي مبدأ هذه الزراعة والنتائج التي تمّ الحصول عليها:

أ ـ الزراعة في الخيام البلاستيكية في السعديات (أبو ظبي)

1 ـ الأهداف

يهدف مشروع السعديات إلى إجراء دراسة لأفضل السبل لإنتاج الخضـــار تلبيةً لحاجة الأسواق المحلية في ظروف بيئية خاصة، أهمها: عدم توفُّر المياه العذبة ووجود أراضٍ رملية كلسية فقيرة جداً.

2 ـ مكوّنات المشروع

يتألف المشروع من:

ـ محطة لتحلية مياه البحر طاقتها الإنتاجية 60 ألف غالون يومياً، مع ما يلزم من أنابيب لسحب مياه البحر، ومخازن للمياه العذبة سعة كل واحد 360 الف غالون.
ـ هكتـارين من المزارع المغطـاة بالبـلاستيك (أربـع مزارع كبـيرة و48 مـزرعـة صغيرة).
ـ ثلاث مجموعات لتوليد الكهرباء، قوة كل مجموعة 400 كيلوواط.
ـ مكاتب ومخازن ومختبر للتحاليل.

3 ـ مبدأ الزراعة

إن نمط الزراعة المطبَّق يخفف إلى حد كبير من الشروط البيئيـة السيئة المعـاكسة لنمو المحاصيل مثل شدّة الحرارة وقلّة المياه وفقر التربة الشديد بالعناصر الغذائية، ويؤمّن بيئة نموذجية للنمو مما ينتج عنه إنتاج مكثف عـلى مدار العـام من الخضار الطازجة ومن نوعيته الممتازة.

للوصول إلى هذه الأهداف في ظروف شاطئية يجب أن تتوفر ثلاثة عوامل رئيسية هي: القدرة والماء والغذاء.

تؤمَّن القدرة عن طريق محركات ديزل، ويُستفاد من الحرارة الضائعة والناتجة من عمل المحركات لتحلية مياه البحر. يُؤمَّن الغذاء عن طريق تحليل أسمدة في مياه الري، تحتوي على العناصر الأساسية الكبرى والصغرى. يُضخ المحلول الغذائي إلى المزارع بواسطة أنابيب بلاستيكية ذات قياسات مختلفة تتوزع في كل أنحاء المزرعة. يجري الري بالتنقيط للتخفيف من استهلاك الماء. ومن الجدير ذكره هنا أن الزراعة تتم في الأرض نفسها المؤلفة من رمال كلسية ناعمة القوام، فاتحة اللون، وتحتوي على أكثر من 90% من كربونات الكلسيوم مع 600 جزء بالمليون من الأملاح القابلة للتحليل (المنحلة) pH = 8.2.

دلَّت الدراسات أن أفضل أس هيدروجيني (PH) للمحلول الغذائي المستعمل هو 6.6 وذلك لتجنُّب تشكّل تكتلات صخرية نتيجة تفاعل المحلول الغذائي إذا كان حامضاً مع الرمال القلوية.

تغطى المزارع بالبلاستيك الشفاف، ويتم التحكّم بالضوء والحرارة عن طريق رش الغطاء البلاستيكي بمادة بيضاء اللون لتخفيف كمية الحرارة والضوء الناتجين من الإشعاع الشمس.

لتلطيف جو المزرعة يتم تركيز مصفاة على جانبي المزرعة حيث تسيل عليها مياه البحر الباردة. ويمر عليها الهواء الداخل إلى المزرعة فيفقد حرارته وتعتدل حرارته، كما تُثبَّت مراوح في سقف كل مزرعة لطرد الهواء الحار.

4 ـ الإنتاج

يعطي مشروع السعديات إنتاجاً وسطياً يُعادل مئة طن من الخضار في الهكتار، ويعتقد المشرفون على هذا المشروع أنه إذا أخذت بالحسبان مصاريف الزراعة فقط في المركز، فإن هذا النمط من الزراعة يمكن أن يكون اقتصادياً في ظروف الإمارات العربية المتحدة، وهم ينصحون بتعميم هذا النمط من الزراعة في البلد.

4.4.8 ـ حماية المراعي الطبيعية وتحسينها

بشكل عام خف الضغط إلى حد كبير على المراعي الطبيعية وقطع الأشجار واقتلاع الشجيرات للوقيد خلال السنوات الأخيرة. ويعود ذلك إلى لجوء المواطنين إلى البترول للوقيد من جهة، وإلى انشغال البدو بأعمال أخرى من جهة ثانية. وفي كثير من المناطق يُلاحظ بوضوح توقّف تدهور النبت الطبيعي وتحسّن حالة الغطاء

النباتي كما هو الحال في منطقة مشروع مليحة بعد أن وُفرت الحماية لفترة محدودة من الزمن.

إن متابعة حماية المراعي الطبيعية وتخفيف الضغط عليها يؤديان خلال فترة زمنية قصيرة إلى تحسين حالة الغطاء النباتي الذي سيساهم في تحسين النبت الطبيعي للكثبان الرملية التي كانت تعتبر في الماضي مناطق رعوية جيدة الغطاء، إلاّ أنها أُصيبت بتدهور شديد ونتج من ذلك تحرك الرمال وتشكل الكثبان الرملية وغزوها للأراضي الزراعية والمدن.

إن الاتجاه الحالي يعتمد أيضاً على تحسين حالة النبت الطبيعي في مناطق المراعي الطبيعية عن طريق إدخال نباتات عشبية وشجيرات علفية جفافية.

إن حماية مناطق المراعي الطبيعية في منطقة الكثبان الرملية ستؤدي بالاشتراك مع الحزام الأخضر الوقائي حول الطرقات والمدن (والذي هو قيد الإنشاء) إلى الحد من حركة الكثبان الرملية.

إن الكثبان المثبتة والحزام الأخضر ستشكل منطقة طبيعية وقائية ذات فعالية كبيرة في حماية البيئة ومكافحة التصحُّر.

5.4.8 ـ إنشاء المنتزهات (الحدائق) القومية

تهتم دولة الإمارات العربية المتحدة بإنشاء المنتزهات القومية كوسيلة للمحافظة على البيئة وحماية الحياة البرية النباتية والحيوانية وكمنتزهات للمواطنين، وقد تمّ إنشاء منتزهات مشرف والهباب وحديقة الغزلان في العين.

وهناك اهتمام بإعادة إدخال الغزلان إلى المنتزهات حيث تجري تربيتها بعد أن أوشكت على الإنقراض من المنطقة.

6.4.8 ـ مشاريع وزارة الزراعة والثروة المائية وعلاقتها بمكافحة التصحُّر

إن عدداً من مشاريع وزارة الزراعة والثروة المائية له ارتباط مباشر بمكافحة التصحُّر نلخصها فيما يلي:

ـ حفر الآبار لزيادة وفرة المياه.
ـ مسح التربة ومصادر المياه في البلا.
ـ إدارة موارد التربة والمياه.
ـ تحريج الكثبان الرملية.
ـ استكمال محطات الرصد الجوي.

ـ المشروع التجريبي للري في منطقتي الساق بكلبا وفليج المعلا بأم القيوين.
ـ المشروع التجريبي للري بالتنقيط في دبا بالفجيرة والنخيل برأس الخيمة.
ـ المشروع الرائد لإنتاج الفواكه في الساحل الشرقي.
ـ المشروع الرائد لإنتاج المحاصيل في ساحل المدام.

5.8 ـ توصيات لتطوير مكافحة التصحّر في العالم العربي

نورد فيما يلي بعض التوصيات التي يمكن أن تساعد في تطوير مكافحة التصحّر في العالم العربي ودفعها إلى الأمام.

1.5.8 ـ توصيات في مجال التخطيط

بالنسبة للمناطق الجافة وشبه الجافة والتي تتميز بأنظمة بيئية رقيقة يجب أن يهدف التخطيط إلى الحصول على إنتاج معقول ولكن مستمر على المدى الطويل، بدلاً من الحصول على إنتاج كبير على المدى القصير يؤدي حتماً إلى تدهور متسارع لهذه الأنظمة البيئية. إن التخطيط الطويل والمتوسط المدى لتنمية المناطق الجافة ونصف الجافة يتطلب ما يلي:

أ ـ إجراء مسح شامل للموارد الطبيعية.

ب ـ إعداد الاختصاصيين في كافة مجالات تنمية المناطق الجافة ونصف الجافة عن طريق توجيه البرامج في الجامعة لتشمل إدارة واستغلال المناطق الجافة.

ج ـ إنشاء خرائط نبتية تكون أساساً لوضع سياسة رعوية مبنيّة على حقائق بيئية.

د ـ تنشيط الأبحاث العلمية المرتبطة بالمناطق الجافة وخاصة بما يتعلق بالموارد الطبيعية وطرق استغلالها أفضل استغلال وبالنواحي الاجتماعية والاقتصادية، والاتجاه نحو إجراء دراسات متعددة التخصصات لاستثمار المناطق الجافة بشكل متكامل يأخذ بعين الاعتبار الإمكانيات البيئية والبشرية والنواحي الاقتصادية.

هـ ـ توثيق التعاون بين المؤسسات العلمية والفنية القومية والإقليمية والدولية المهتمة بالمناطق الجافة.

و ـ وضع خطط إقليمية لحماية وتنمية المناطق الجافة ونصف الجافة تساندها الحكومات القطرية والمؤسسات الدولية وجامعة الدول العربية.

ز ـ إجـراء تقييم للطرق التقليـدية المستعملـة في المنطقة منـذ القديم لاستغـلال الموارد الطبيعية.

ح ـ الاهتمام بتشكيل لجان وطنية في كل دولة تتـألف من ممثلين عن المؤسسـات الإداريـة والعلمية والتقنيـة المهتمة بـالتصحُّر، يكـون هدفهـا تنسيق وتقـويـة كـل النشاطات المتعلقة بالتصحُّر في البلد. يجب أن يتم تشكيل هذه اللجان بأكبـر سرعة ممكنة للإشراف على وضع الخطط وتحديد الأولويات.

2.5.8 ـ توصيات في مجال المراعي الطبيعية:

أ ـ إنشاء «مصلحة للبادية» تكون مسؤولة عن التنمية المتكاملة للباديـة في البلاد التي تلعب فيها البادية أهمية خاصة.

ب ـ تنشيط الأبحـاث المتعلقـة بـدراسـة: النبت الطبيعي وتطـوره تحت تـأثـير الرعي ـ حمولـة المراعي تبعـاً للمواقـع البيئية ـ تحسـين المراعي عن طـريق البذر الاصطناعي وزراعة الأشجار العلفية ـ الأنواع **والأنماط البيئيـة** ecotype المحلية وخصائصها البيئية والعلفية.

ج ـ الاستفادة من المياه السطحية على أحسن وجه.

د ـ تنظيم استغلال المراعي بشكل يسمح بالمحافظة عليها كاتباع نظام الجمعيات التعاونية الرعوية.

هـ ـ الاهتمام بالدراسات الاجتماعية الخاصة بسكان البادية.

و ـ الاهتمام بإعـداد اختصاصيـين بإدارة وتنميـة المراعي الطبيعيـة عن طريق تقوية البرامج في الكليـات والمعاهـد المتوسطـة وافتتاح تخصصـات عاليـة في بعض الكليات المهيأة لذلك.

ز ـ إقامة مراكز تدريب لإدارة وتنمية المراعي الطبيعية.

ح ـ استصدار تشريعات خاصة بالحماية واستغلال المـراعي الطبيعية في الـدول التي لا تتوفر عندها مثل هذه التشريعات بعد.

3.5.8 ـ توصيات في مجال تنمية الموارد المائية

أ ـ إجراء مسح كامل للمصادر المائيـة السطحية والجـوفية. ويمكن أن يتم ذلـك بالتعاون بين دول المنطقة والمنظمات العربية والدولية.

ب ـ وضع سياسة مائية متكاملة، في كل بلد، تتعلق باستعمال الماء للري والشرب.

ج ـ تنشيط الأبحاث المتعلقة بالاستعمال الأمثل للمياه في الري.

د ـ إجـراء دراسات حـول أفضل الـوسائـل للاستفـادة في الـزراعـة من الميـاه السطحية في الأراضي القليلة الانحدار.

هـ ـ التعاون بين دول المنطقة فيما يتعلق بدراسة واستغلال الطبقات الخازنة للمياه الرئيسية في المنطقة.

و ـ إجراء تجارب حول التخفيف من فقدان المياه عن طريق التبخّر من الأحواض والبحيرات المائية والمساحات المكشوفة الأخرى عن طريق تغطيتها بأجسام عازلة عائمة.

ز ـ دراسة افضل السبل لاعادة تخزين المياه الجوفية اصطناعياً.

4.5.8 ـ توصيات خاصة بمناطق الزراعة المرويّة

الاهتمام بتطبيق الطرق التكنولوجية الحديثة الملائمة من النواحي البيئية والاجتماعية والاقتصادية في إدارة الأراضي المروية في المناطق الجافة ونصف الجافة، وذلك لتلافي ازدياد ملوحة وقلوية الأتربة وانخفاض نفوذيّتها، واستصلاح الأتربة المتدهورة بغية استعمالها في الزراعة المرويّة عندما تشكّل هذه الزراعة النمط الملائم لاستثمار الأراضي.

5.5.8 ـ توصيات خاصة بمناطق الزراعة المطرية

أ ـ تشجيع اتباع دورة زراعية: حبوب ـ بقول (الحب أو العلف) مع إدخال تربية الحيوان في النظام المزرعي. إن هذا التحوّل في النمط الزراعي يتطلب طبعاً تحديث نظم الإنتاج، إلّا أنه يمكن أن يؤدي خلال 10 الى 15 سنة إلى تغيير شامل (نحو الأفضل) على مستوى الزراعة من جهة ومستوى السكان من جهة أخرى.

ب ـ إجراء تجارب حول تغطية التربة للتخفيف من تبخّر الماء والمحافظة على التربة.

ج ـ الاستفادة إلى حد أعلى من مياه الأمطار المتوفرة وتغيّراتها السنوية عن طريق:

ـ استنباط أصناف زراعية متكيفة مع الشروط البيئية السائدة وعالية الإنتاج والقيمة الغذائية وذلك بالتعاون بين مراكز البحوث القومية والإقليمية والدولية.

ـ دراسة أفضل الوسائل لتحضير الأرض للزراعة والتسميد.

د ـ إجراء دراسات تتعلق بالإستفادة من الطاقة الشمسية والطاقة الناتجة من الرياح.

هـ ـ تقوية البرامج المتعلقة بالزراعة المطرية في كليات الزراعة والمعاهد المتوسطة.

و ـ الاهتمام بمراقبة جمع البقايا النباتية ومخلفات الحيوانات لاستعمالها للوقيد والعمل على إيجاد مصدر آخر للطاقة في الريف.

6.5.8 ـ توصيات خاصة بالثروة الحراجية

أ ـ العمل على استصدار قانون لحماية الثروة الحراجية في البلاد التي لا تملك بعد مثل هذا القانون.

ب ـ تقوية البرامج المتعلقة بدراسة الغابات والتشجير الحراجي في المناطق الجافة ونصف الجافة في المعاهد والكليات.

ج ـ الاهتمام بالزراعة المروية للأشجار الخشبية السريعة النمو كالحور، لإنتاج المادة الخشبية والتخفيف في الوقت نفسه من الضغط على غابات المناطق المجاورة وخاصة نصف الجافة منها.

د ـ الاهتمام بالدراسات الخاصة بالأشجار والشجيرات المقاومة للجفاف التي يمكن استعمالها في التشجير الوقائي.

7.5.8 ـ توصيات في مجال استعمال الأراضي

العمل على إدخال طرق جديدة لاستعمال الأراضي تستند إلى الشروط البيئية وإلى المعطيات الاقتصادية إذ إن ذلك هو الأسلوب الذي يسمح بحسن استغلال الأرض مع عدم الإضرار بالبيئة. إن اتباع هذا المنهج في استغلال الأراضي يتطلب إجراء دراسات عن درجات خصوبة الأتربة والمناخ والمياه... الخ، كأساس لوضع منهج وطني لاستعمال الأراضي. يمكن ان تجرى هذه الدراسات على المستويين الوطني والإقليمي. إن وضع مثل هذا المنهج لاستعمال الأراضي يعتبر من أهم الوسائل في المحافظة على البيئة ومكافحة التصحُّر.

8.5.8 ـ توصيات في المجالين الاجتماعي والتربوي

أ ـ الاهتمام بوضع سياسة مناسبة في كل دول المنطقة بخصوص الكثافة السكانية في المناطق المصابة بالتصحّر أو المعرضة للإصابة في المستقبل، وهجرة السكان من هذه المناطق واستيطانهم.

ب ـ الاهتمام بالدراسات الاجتماعية الخاصة بسكان المناطق الجافة ونصف الجافة وبخاصة البدو.

ج ـ الاهتمام بوضع برنامج قطري وإقليمي لتحسين الحالة الصعبة لأهالي المناطق المصابة بالتصحُّر.

د ـ القيام بحملة إعلامية تربوية في كل دول المنطقة على مستوى المسؤولين والشعب عن أخطار التصحُّر من النواحي الاجتماعية والاقتصادية وكذلك عن ضرورة مساهمة المواطنين في حسن استغلال الموارد الطبيعية ومكافحة التصحُّر.

الفصل التاسع

9 ـ ملخص عن خطة العمل لمكافحة التصحُّر التي أقرّها مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالتصحر في نيروبي 1977

خطة العمل لمكافحة التصحُّر التي اقرها مؤتمر الأمم المتحدة المعنى بالتصحُّر في نيروبي 1977

وافق مؤتمر الأمم المتحدة المعني بالتصحر الذي عقد في نيروبي (كينيا) في 29 آب/اغسطس ـ 9 ـ أيلول/سبتمبر 1977 على خطة عمل تطبق على المستويات الدولية والإقليمية والوطنية لمكافحة التصحُّر.

ونظراً لأهمية هذا المؤتمر دق ناقوس الخطر بالنسبة للإنسانية من جهة، وأهمية القرارات والتوصيات التي اتخذت في مجال مكافحة التصحُّر من جهة أخرى، نقدم فيما يلي موجزاً عن خطة العمل والتوصيات التي اتخذت للعمل على المستوى الوطني والاقليمي، ومستوى العمل والتعاون الدوليين، وذلك للعمل المبدئي الفوري.

1.9 ـ أهداف خطة العمل لمكافحة التصحُّر

ـ إن الهدف المباشر لخطة العمل على مكافحة التصحّر هو منع ووقف اندفاع التصحّر، واستصلاح الأرض المتصحرة واستعادة إنتاجيتها حيثما أمكن ذلك. أما الهدف النهائي فهو إحياء خصوبة الأرض والمحافظة عليها في حدود الإمكانيات البيئية في المناطق الجافة وشبه الجافة وشبه الرطبة وغيرها من المناطق المعرضة للتصحّر بغية رفع مستوى معيشة سكانها. لذلك ينبغي أن تحتل حملة مكافحة التصحّر مكان الصدارة في الجهود التي تستهدف تحقيق الإنتاجية المثلى الثابتة. ويعني تنفيذ خطة العمل هذه بالنسبة للدول التي تأثّرت بالتصحّر شيئاً أكثر من مجرد خطة ضد التصحّر. إنه يمثل في تلك الدول جزءاً أساسياً من جبهة عريضة للعمل من أجل التنمية وتوفير متطلبات الإنسان الضرورية.

ـ ليست هناك حلول سريعة ممكنة لمشكلة التصحّر، ولكن المشكلة ملحّة في

منــاطق كثيرة. وهي تتطلب التقـويم والمراجعـة المستمرين والتخطيط البعيـد المـدى والإدارة الرشيدة على كل المستويات، بتدعيم يوفره التعاون الدولي. وينبغي أن تبدأ مثل هذه البرامج دون إبطاء، حتى ولو كانت طويلة الأجل. وهناك حلول تقنية متاحة حـالياً في كثـير من الحالات، ولكن تطبيقهـا قد تعيقـه بعض العوامـل الاجتمـاعيـة والقـانونيـة، وأحيانـاً عوامـل تنظيمية. ومـع ذلك، ففي الـدول الناميـة يمثل نقص الموارد المالية أحد العوائق الكبرى أمام تطبيق هذه الحلول.

ـ إن عملية التنمية والتغيُّرات السكانيـة والتكنولـوجيات المستخـدمة والإنتـاجية البيولوجية هي عناصر يعتمد كل منها على الآخر، لذلك فإن أفضل الوسائل للتخفيف من آثـار التصحّر عـلى النظم البيئية المنتجـة هي تلك التي تـأخذ في الاعتبـار هذه العناصر كافة، أي أن الجهود التي تبذل لمكافحة التصحّر ينبغي أن تكـون جزءاً من برنامج شامل لدفع عجلة التقدم الاجتماعي والاقتصـادي. لقد عبّـرت الأمم المتحدة عن أمل مشترك هو تحسين مستويات المعيشة وتوفير المتطلبات الإنسانية الأساسية لجميع الشعوب وخاصة في الدول النامية. ويتجلى هذا الأمل في ميثاق الأمم المتحدة، وفي الإعلانات الدولية والقرارات والتوصيات التي صدرت وخاصة في العقـد الأخير، ولاسيما في الإعلان الخـاص بوضـع نظام اقتصـادي دولي جديـد وبرنـامج العمـل المتعلق به، وفي ميثاق الحقوق والواجبات الاقتصادية للدول، وفي استراتيجية التنمية الدولية التي أقرتها الأمم المتحدة للعقد الثـاني للتنمية، وفي الإعـلان الخاص ببيئـة الإنســان، وأخيراً في خطط العمـل التي أقـرتهـا مؤتمـرات الأمم المتحـدة عن العلم والتكنـولوجيـا، وبيئة الإنســان، والسكـان، والغـذاء، والمـرأة، والتجـارة والتنميـة، والمستوطنات البشرية، والماء. وتمثل كل هذه خطوات اتخذها المجتمع الدولي لـوضـع البرامج الأساسية للتنمية في أوسع معانيها. ولتحقيق النجاح للجهود المـوجهة نحـو مكافحة التصحّر، ينبغي أن ينظر إليها باعتبارها عنصراً مكملاً في إطار هذا الجهـد الأكبر من أجل التقدم الاجتماعي والاقتصادي.

ـ يبـدو التصحّر عـادة كتدهـور للأرض والمـاء والموارد الطبيعيـة الأخرى تحت وطأة الاجهاد البيئي. ويدل التدهور على أن الأنشطة الجاريـة غير منـاسبة، إمـا في درجتهـا أو في نوعيتهـا. وقد تـرجع هـذه الأنشطة إلى نقص في المعـارف أو الخبرة البيئية، أو إلى نقص في البدائل، أو إلى محاولة الحصول على أكبر ربح في وقت قصير على حساب الإنتاجية في المدى البعيد. ومع إدراكنا أن الحلـول ربما تكمن في نهـاية الأمر في التعليم والتقدم الاجتماعي والاقتصادي وتنظيم النمو السكاني ليتـوافق مـع الموارد، فإننا نجد أن الحلول القريبة والعاجلة ترتكز على ترشيد استخـدام الأرض. ويتضمن ذلك عناصر ثلاثة: (أ) حصر الموارد المحلية وتقييم طاقاتها وإمكاناتها، (ب) تحديد الاستخـدامات المفضّلـة على أســاس إمكانـات الموارد والأهـداف والضوابط

الاجتماعية والاقتصادية، (ج) إنشاء جهاز يتولى تطبيق الخطة التي تسفر عنها الدراسة للإستخدام الأمثل للموارد الطبيعية وإصلاحها وحمايتها.

وبينما نجد غالباً أن المياه والتربة وغيرها من الموارد المادية والحيوية هي العوامل الطبيعية المتحكمة، نجد أن النظم الاجتماعية والسياسية وغيرها من النظم الإنسانية المتصلة بوضع القرارات وتنفيذ الخطط وعدم توفر مصادر التمويل المتاحة، تشكل عوائق ضخمة لعمليات التنمية ومنع التصحّر وإعادة إعمار الأراضي التي أصابها التصحّر. لذلك تهتم خطة العمل لمكافحة التصحّر اهتماماً أساسياً بالمشكلات الاجتماعية والاقتصادية التي تعترض الإدارة الرشيدة للموارد الطبيعية. ولما كانت إدارة الموارد الطبيعية عنصراً حاسماً في أية استراتيجية للتنمية المادية أو الاقتصادية أو الاجتماعية، فإن اتباع سياسات رشيدة في إدارة الموارد الطبيعية مسألة أساسية بالنسبة لسائر الأنظمة البيئية لو أردنا النهوض بإنتاجيتها والمحافظة على هذه الإنتاجية.

إن التوصيات الواردة في هذه الخطة والمتصلة بتقييم الموارد الطبيعية وحسن إدارتها قابلة للتطبيق بصفة عامة، ولكنها تركز في إطار الخطة على المناطق المعرضة للتصحّر، والمناطق المصابة بالتصحّر التي يرجى تجديدها إلى حد ما.

ـ تختلف مسببات التصحّر في مختلف المناطق المصابة من العالم تبعاً لاختلاف خصائصها البيئية وتطلعاتها وبنيتها الاجتماعية والاقتصادية. وقد يتطلب الأمر في كل منطقة منهجاً متميزاً للتصدي لقضايا التصحّر. وإذ تَرْتسم خطة العمل بالدرجة الأولى في حسن إدارة الموارد الطبيعية، توصي بأساليب لتحديد الأولويات في العمل لمكافحة التصحّر، الا أنها تترك التحديد الفعلي لهذه الأولويات إلى الخطط والسياسات الوطنية. ومع ذلك هناك بعض من مشاكل التصحّر تتجاوز الحدود الوطنية، وهنا تستهدف الخطة تقوية الإمكانات الإقليمية والدولية وتوفير التعاون الدولي الفعّال عند الاقتضاء.

2.9 ـ المبادىء الأساسية التي تسترشد بها خطة العمل لمكافحة التصحُّر

أ ـ تتفق جميع عناصر العمل مع أحكام ميثاق الأمم المتحدة.

ب ـ يركز البحث على التطويع الفوري للمعارف العلمية المتاحة وتطبيقها، وخاصة في تنفيذ الإجراءات الإصلاحية العاجلة لمقاومة التصحّر، وعلى توعية الناس والمجتمعات المتأثرة بالتصحّر لإدراك المشكلة، ووضع برامج للتدريب بالتعاون مع المنظمات الدولية مثل اللجنة الدولية الدائمة لمكافحة الجفاف في منطقة الساحل،

ومنظمـة الأمم المتحدة للتـربية والعلم والثقـافة (اليـونسكو) من خـلال برنـامجهـا لـلإنسان والمحيط الحيـوي، ومنظمة الأمم المتحـدة للأغـذيـة والـزراعـة من خـلال برنامجها للإدارة البيئية للمراعي القاحلة وشبه القاحلة.

ج ـ يكمن مفتاح النجاح في مكافحة التصحّـر في تحسين استخـدام الأرض، مما يتطلب التقييم والتخطيط وحسن الإدارة على أساس تطبيق المبادىء البيئية المعروفة على المناطق المعرضة للتصحّر.

د ـ يأخذ تحسين استخدام الأرض في الإعتبـار أمرين أسـاسين، أولهمـا حتمية وقوع نوبات الجفاف في مناطق الأراضي الجافة، وثانيهما ضعف إمكانـاتها الحيـوية الطبيعية بصفة عامة.

هـ ـ توجّه الإجراءات المتكاملة لاستخدام الأرض نحـو إعادة الكسـاء الخضري إلى الأرض الهامشية، مع الاستفادة بـوجه خـاص من أنواع النبـاتات والحيـوانات المتأقلمة مع البيئة.

و ـ عندما تقتضي إعادة الكساء الخضري تخفيف حـدة الضغوط البشريـة، تتخذ إجراءات تعويضية مؤقتة لتوفير إمدادات بديلة من الطعام والوقود.

ز ـ تنفذ الخطة كبرنامج عمل فعّال وشامـل ومنسّق لمكافحـة التصحّر، ويتضمن ذلك تدعيم الإمكانات العلمية والتكنولـوجية والإداريـة المحلية والـوطنية في المنـاطق المعنية.

ح ـ تستهدف كافة الإجراءات بالدرجة الأولى رفاهية وإنماء الشعوب المتأثـرة أو المعرضة للتأثر بالتصحُّر.

ط ـ تتفق الجهود المبذولة مع برامج أوسع للتنمية والتقـدم الاجتماعي، وتشكـل جزءاً من هذه البرامج.

ي ـ يرتكز التنفيذ على أساس إدراك الفروق الاجتماعية ـ الاقتصـادية والبيئيـة والحضارية في المناطق المهددة، والحاجة الملحة إلى مرونة وإيجابية ردود الفعل.

ك ـ تتفق برامج البحوث الإضافية اللازمة لتوضيـح بعض القضايـا الأساسيـة التي يحتـاج حلها إلى مـزيد من المعـارف العلمية، مـع تدعيم الإمكـانـات العلميـة والتكنولوجية في المناطق المتأثرة بالتصحّر.

ل ـ تبحث تماماً الوسائل التقليدية لاستخدام النباتات والحيوانات البرية كطعـام ووقـود أو كمنتجات أخـرى، مما لا يظهـر عادة في إحصـاءات التسويق الـرسمية، باعتبارها أحد الموارد الهامة.

م ـ يقتضي تحقيق الخطة تجميع موارد جهاز الأمم المتحـدة للإنطـلاق بالخطـة، وتنفيذ برنامج عـالمي متكامـل للتنمية والبحـوث وتطبيق العلم والتكنولـوجيا في حـل مشكلات التصحّر الخاصة.

ن ـ ينبغي أن يأخذ حسن إدارة موارد الأرض والمياه في الاعتبار عدة مبادىء بيئية هي:

ـ ينبغي أن تدار الأراضي باعتبارها وحدات بيئية جامعة، مثال ذلك: المقسم المائي ككل، ومجموع العشائر النباتية والحيوانية، وأيّ منطقة ما باعتبارها مركباً واحداً من عدة تضاريس تفصيلية.

ـ ينبغي أن يتفق توقيت استخدام الأرض مع تذبذبات الأحوال الجوية.

ـ ينبغي أن يخصص استخدام الأرض للحصول على الإنتاجية المثلى الثابتة للأرض، أي أن يكون الاستخدام متوافقاً مع الإمكانات.

س ـ يوجه اهتمام خاص نحو الاستفادة من الخبرة والمعرفة والمهارة المحلية في تنفيذ توصيات الخطة على المستوى القومي في الدول المعنية.

ع ـ رغم الحاجة الماسة للسكان المتأثرين حالياً بالتصحّر إلى إجراءات غوث قصيرة المدى، لا ينبغي الإبطاء في بدء اتخاذ إجراءات الإصلاح بعيد المدى، ذلك لأن تكاليف الوقاية أقل من تكاليف العلاج.

ف ـ ينبغي الاهتمام بتقييم المشكلات البيئية الجانبية التي قد تترتب على الاجراءات التي تستهدف علاج التصحّر، وكذلك آثار الأنشطة الإنمائية التي تجري خارج المنطقة المتأثرة بالتصحّر.

ص ـ ينبغي الاهتمام بتوفير المرافق والمساكن الكافية للناس الذين يعيشون في ظل ظروف جديدة خلقتها برامج مكافحة التصحُّر.

ق ـ ينبغي الاهتمام بالصيانة الواجبة والاستخدام الرشيد لموارد المياه في كل منطقة، مع مراعاة المشاركة العادلة والمتكافئة في مياه الأنهار والبحيرات ومستودعات المياه الجوفية الدولية المشتركة، وكذلك نقل فائض المياه فيما بين الأحواض إذا كان ذلك مناسباً من الناحية البيئية ولازماً لمنع التصحّر.

ر ـ إن إنتاجية جميع الموارد المتاحة والقابلة للتجديد بما فيها الغابات والحياة البرية ومصائد الأسماك يجب أن تبلغ الحد الأمثل، وأن تدار على أساس عائد محصولي يتميز بالثبات.

ـ من المتوقع أن تنهض الحكومات بمهام تنفيذ خطة العمل لمكافحة التصحّر.

3.9 ـ توصيات مؤتمر التصحُّر للعمل الوطني والاقليمي

ـ اقترح مؤتمر التصحّر 1977 مجموعة من التوصيات للعمل الوطني والإقليمي المشترك لمجابهة مشكلة التصحّر الضخمة التي لا يمكن لتوصية واحدة أن تنجح في مجابهتها. والطريق الوحيد لمنع وقف التصحّر واستعادة الإنتاجية للمناطق التي تصحّرت بالفعل، هو اتخاذ مجموعة من الإجراءات المتكاملة. والتكامل يعني أن

ينظر إلى جميع التوصيات باعتبارها شبكة من العلاقات المتبادلة عديدة الأبعاد. والطريقة المثلى هي تنفيذ جميع التوصيات جملة واحدة. إلّا أن العديد من الدول، لسوء الحظ، لا يملك الموارد الكافية لعمل ذلك. وهنا يجب مواجهة الاختيارات الصعبة لتخصيص الموارد المحدودة وتوزيعها على برامج العمل، إذ يجب وضع الأولويات الوطنية قبل تخصيص الموارد المالية والتقنية لتنفيذ البرامج.

ـ من المعروف أن الدول التي تأثرت أو المُرجح تأثرها بالتصحّر تتفاوت بالنسبة لتقديرها لمشاكل التصحّر وقدراتها على التصدي لها. وبقدر الوعي القومي والإجراءات التي اتخذت من قبل، يكون بإمكانها متابعة الجهود في تسلسل معيّن لمكافحة التصحّر في المستقبل، مساهمة بذلك في الحملة في مرحلة مناسبة. ويمكن أن يكون تسلسل المراحل كما يلي:

أ ـ يجب أولاً تحديد مدى التصحّر وتأثيره عن طريق:

ـ تدعيم أو إنشاء جهاز وطني لتقييم التصحّر ورصده.

ـ تحديد المعايير لتعريف وتقييم التصحّر ومسبباته.

ـ تقييم المشكلة على أساس المعايير والتقنيات الموضوعة، وعلى وجه الخصوص تحديد استخدامات الأرض التي تؤدي للتصحّر وفي أي المناطق تؤدي إليه.

ب ـ في حالة وجود مشكلة واضحة يتبع الآتي:

ـ وضع وتنفيذ البرامج على نحو ما هو موضح في خطة العمل لمكافحة التصحّر.

ـ وضع نظام لرصد المشكلة.

ج ـ في حالة البرامج الإصلاحية التي بدأت بالفعل يتبع الآتي:

ـ رصد تقدم تلك البرامج وتقييم جدواها.

ـ نشر المعلومات المتعلقة بالموضوع في المجتمع الدولي.

1.3.9 ـ التوصيات المتعلقة بتقييم التصحّر وتحسين إدارة الأرض

التوصية الأولى

يوصى بتقييم التصحّر وعمليات التدهور المؤدية إليه، وذلك في الأحوال التي لم يتم فيها بعد مثل هذا التقييم، ويقدّر مدى تأثير تلك العمليات على الناس والعناصر الطبيعية للبيئة (الأرض والماء والهواء)، وعلى المنتجات النباتية والحيوانية للأرض والماء في المناطق المتصحرة أو المرجح تصحّرها، وذلك باستخدام البيانات المتوفرة فعلاً كخطوة أولى، مع القيام بعمليات مسح جديدة عند الاقتضاء، بغية تحديد الأولويات للمشروعات والبرامج الوطنية أو المحلية في المناطق التي يتهدد فيها التصحّر السكان أو الموارد تهديداً مباشراً. كما يوصى بوجوب تطبيق معايير

متشابهة لتقييم التصحّر في جميع المناطق التي تتعرض لتهديد التصحّـر كلما كـان ذلك مناسباً من الناحية العملية.

التوصية الثانية

يوصى في المناطق المتصحّـرة أو المعرضـة للتصحُّر، بـوجود تطبيق تخطيط وإدارة استخـدام الأرض المبنيّين عـلى الأساليب البيئيـة السليمة، والمتفقـين مع العـدالـة الاجتماعية دون تعارض مع برامج التنمية الاقتصادية والاجتماعية.

التوصية الثالثة

يـوصى أن تكون مشـاركة الجمهـور عنصراً متكـاملاً مـع عناصر منـع التصحّـر ومكـافحتـه، ومن ثم لا بـد من أن نـأخـذ في اعتبـارنـا حـاجـات النـاس وحكمتهم وتطلعاتهم.

2.3.9 ـ التوصيات الخاصة بربط التصنيع والتحضّر بالتنمية الزراعية و آثارها في المناطق القاحلة

التوصية الرابعة

يوصى باتخاذ الخطوات اللازمة، في إطار برنامج وميـزانية بـرنامـج الأمم المتحدة لشؤون البيئة UNEP، **بالتعـاون مع بـرنامـج الأمم المتحدة للتنميـة UNDP ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية UNIDO ومنظمـات الأمم المتحدة المنـاسبة الأخـرى، وكذلك الدول التي يعنيها الأمر لتنفيذ ما يلي:**

1 ـ دراسة وتعميم الخبرة الإيجابية والسلبية، المحلية والعالمية، عن الـدور الذي يلعبه التصنيع والتحضر تحت الظروف الاجتماعيـة والاقتصاديـة المختلفة في تغيـير الوضع البيئي وتكثيف أو منع أو تجنّب عمليات التصحّر في المناطق القاحلة.

2 ـ النظر في جدوى تنظيم وعقد عدة لقاءات إقليمية واجتماع عالمي واحـد تحت إشراف وعلى نفقة برنامج الأمم المتحدة لشؤون البيئة فيما بين سنوات 1978-1980، وذلك لمناقشة الخبرة الوطنية والإقليمية والعالمية لربط التنمية الصناعية والتحضّر في المناطق القاحلة بزراعة المحاصيل، وتربية الحيوان، والزراعة المروية والتحريج.

3 ـ تزويد دول المناطق القاحلة النامية بالمشـورة العلمية المنتظمـة بشأن دراسـة وتخطيط برامج التنمية الصناعيـة والحضرية في المنـاطق القاحلـة، إذا رغبت الدول المعنية في ذلك.

4 ـ نشر التقارير والدراسات التي توضح كيفية نجاح سكان دول المناطق القاحلة في دعم التنمية الاقتصادية والاجتماعية مع المحافظة على البيئة.

3.3.9 ـ التوصيات المتعلقة بالإجراءات الإصلاحية لمقاومة التصحّر

التوصية الخامسة

يوصى بأن تتضمن إجراءات مكافحة التصحّر تخطيطاً فعالاً وسليماً من النواحي الاجتماعية والاقتصادية والبيئية، وأن تتضمن تنمية وإدارة الموارد المائية.

التوصية السادسة

يوصى بوجوب اتخاذ الإجراءات لمنع التصحّر وتحسين حالة أراضي الرعي المتدهورة، وتطبيق النظم المناسبة لإدارة أراضي الرعي والثروة الحيوانية والحياة البرية، ووضع نظم متنوعة ومتكاملة للإنتاج، وتحسين الظروف المعيشية لسكان هذه المناطق.

التوصية السابعة

يوصى بأن تتخذ إجراءات شاملة لصيانة المياه وصيانة وتحسين التربة، والاستخدام الرشيد لرطوبة التربة بغرض منع ومكافحة التصحّر في مناطق الزراعة المطرية.

التوصية الثامنة

يوصى باتخاذ الإجراءات العاجلة لمكافحة التصحّر في الأراضي المروية، وذلك بمنع ومكافحة تشبّع التربة بالماء وتمليح التربة وتحولها إلى القلوية، وباستصلاح الأراضي المتدهورة، وتحسين نظم الري والصرف، وبتطوير طرق الفلاحة وأساليبها بقصد زيادة الإنتاج والمحافظة على معدلاته العالية دائماً، وبتنفيذ مشروعات جديدة للري والصرف حيثما يلزم، مع دوام استخدام منهج متكامل، وكذلك بتحسين الظروف الاجتماعية والاقتصادية لأولئك الذين تعتمد حياتهم على الزراعة المروية.

التوصية التاسعة

تدعو الحاجة إلى استعادة الكساء النباتي والمحافظة عليه وتثبيت التربة وحمايتها في المناطق التي تجرّدت من الغطاء النباتي، وخاصة تلك المناطق التي تعرّضت للتأثير المكثف للإنسان، مثل الأراضي الواقعة حول مراكز العمران وقريباً من مراكز التعدين المكشوفة. ولما كان اجتثاث الغابات أحد الأسباب الرئيسية للتصحّر، فإن الجهود نحو إعادة تخضير الأراضي الجرداء تشمل غالباً زراعة نباتات خشبية مستديمة، كما أن إنشاء الأحزمة الواقية وغيرها من مزارع الأشجار يعتبر جزءاً أساسياً من عملية استصلاح المناطق المتدهورة. ويتضمن ذلك الحاجة إلى

تثبيت الرمال المتحركة عن طريق زراعة الأشجار كلما كان ذلك ممكناً، وإيقاف زحف الكثبان الرملية في الأماكن التي يتهدد فيها هذا الزحف استخدام الأرض وطرق المواصلات أو مراكز العمران. وتكون إعادة الغطاء الخضري للأراضي الصحراوية المرتفعة ضرورية للمحافظة على التربة والماء والتحكّم في الفيضان. ويتطلب الأمر على النطاق الأوسع إنشاء «أحزمة خضراء» لإعادة الغطاء الخضري، والمحافظة على التربة، والاستخدام المخطط للأرض، وحماية البيئة على طول حواف الصحراء وفي المناطق الحساسة الأخرى.

التوصية العاشرة

يوصى بأن تتخذ الحكومات كافة الخطوات اللازمة لتأمين المحافظة على الزّهير (النباتات البرية) والوحيش (الحيوانات البرية) في المناطق المعرضة أو المُرجَّح تعرضها للتصحُّر.

التوصية الحادية عشرة

يوصى بإنشاء أو دعم الأجهزة الوطنية أو الدولية التي تتولى رصد الظروف المناخية أو الهيدرولوجية، أو ظروف التربة، وكذلك الظروف البيئية للتربة أو الماء أو النباتات أو الحيوانات بطرق مناسبة في المناطق التي تأثرت أو المرجح تأثرها بالتصحُّر.

4.3.9 ـ التوصيات المتعلقة بالجوانب الاجتماعية ـ الاقتصادية

التوصية الثانية عشرة

يوصى بتحليل وتقييم العوامل الاجتماعية والاقتصادية والسياسية التي ترتبط ارتباطاً وثيقاً بالتصحُّر، وخصوصاً مسألة العلاقات غير المتكافئة ووسائل تحقيق المساواة، ليس على المستوى الدولي فحسب، ولكن على مستوى كل دولة أو إقليم على حدة.

التوصية الثالثة عشرة

يوصى بأن تتبنى الأقطار، حسب رغبتها، سياسات اقتصادية وسكانية من شأنها تدعيم برامج تحسين استخدام الأرض والمحافظة على إنتاجية النظم البيئية الزراعية في الأراضي الجافة، بما في ذلك الحفاظ على القوى العاملة الريفية الكافية، واستقرار البدو، وتوطين المهاجرين من المناطق الريفية وفقاً لما هو مناسب.

التوصية الرابعة عشرة

يوصى بتنفيذ برامج لتـزويد الأهـالي الذين تـأثروا بـالتصحّر، أو المعـرضين لـه، بالخدمات الصحية الأساسية على مستوى مناسب، بما في ذلك تنظيم الأسرة، حيثما يتطلب الأمر ذلك.

التوصية الخامسة عشرة

يـوصى بأن تـوضع المستـوطنات البشريـة في المناطق التي تصحّـرت، أو المرجـح تصحُّرها، داخل إطار خطـة العمل الـوطني لاستخدام الأرض التي تعطى الأولـوية لحماية الأرض ذات الإمكانات الرعوية أو الزراعيـة، وذلك عن طـريق تجنّب إقامـة مرافق أو مبان دائمة عليها.

التوصية السادسة عشرة

يوصى بإنشاء أو دعم الأجهزة الـوطنية، حسبمـا يكون منـاسباً، لـرصد أحـوال الإنسان في الدول التي تأثرت أو المرجح تأثرها بالتصحّر، ويؤخذ بـالحسبان دائمـاً احتمال الاستغلال السياسي السيِّء للبيانات المجمعة.

5.3.9 ـ التوصيات المتعلقة بالتأمين ضد مخاطر الجفاف و آثاره

التوصية السابعة عشرة

يوصى بمراعاة وتنفيذ التوصية الخاصة بمواجهة الخسائر التي يسببهـا الجفاف والتي أقـرها مؤتمـر الأمم المتحدة للميـاه، ويوصى أيضـاً باتخـاذ إجراءات وقـائية وباتباع استراتيجيات وقائية لمكافحة مخاطر وآثـار الجفاف بصـورة فعالـة، ويوصى بوضع مشروعـات تأمـين على المستـوى القومي تتفق والاحتيـاجات الاجتمـاعية ـ الاقتصادية للسكان المحليين والمصالح القـومية فيمـا يتعلق بحمايـة الموارد ونـوعية البيئة على المدى الطويل.

6.3.9 ـ التوصيات المتعلقة بتدعيم العلم والتكنولوجيا على المستوى الوطني

التوصية الثامنة عشرة

يوصى باتخاذ التدابـير المناسبـة الاستخدام وتعـزيز القـدرات الوطنيـة في العلم والتكنولوجيـا، مع العنـاية الخـاصة بـالتخطيط وحسن الإدارة في الانتفاع بـالموارد انتفاعاً رشيداً، كجزء من الحملة ضد التصحّر، وكذا خلق الظروف المؤاتية لانتقـال التكنولوجية إلى الدول النامية من الدول الأخرى بكفاية أكبر.

التوصية التاسعة عشرة

يوصى بتنظيم وتطوير الاستخدام التقليدي لمصادر الطاقة ذات الأصل النباتي، وتطبيق التكنولوجيات المتوفرة محلياً أو المستوردة وفي حدود الإمكان لإنتاج الغاز، لأغراض التسخين أو التبريد أو للأغراض الميكانيكية، كما يجب متابعة البحوث الخاصة باستخدام المصادر البديلة أو غير التقليدية في الأراضي الجافة، بحيث تتيح إنتاج أجهزة بسيطة ورخيصة ومفيدة ومقبولة اجتماعياً لتخدم احتياجات سكانها.

التوصية العشرون

يوصى بإعطاء الأولوية للتدريب والإرشاد والإعلام بشأن التصحُّر في البرامج الوطنية، مع الاهتمام الواجب بالظروف الخاصة للدولة المعنية.

التوصية الواحدة والعشرون

يوصى بإنشاء جهاز وطني منسق لمكافحة التصحّر والجفاف حيث لا يوجد مثل هذا الجهاز.

7.3.9 ـ توصيات متعلقة بإدماج برامج مكافحة التصحر في خطط التنمية الشاملة

التوصية الثانية والعشرون

يتوجب وضع برامج مكافحة التصحّر بحيث تكون متوافقة، كلما أمكن، مع الخطوط الرئيسية لخطط التنمية الشاملة على المستوى الوطني.

8.3.9 ـ توصيات للعمل والتعاون الدوليين

التوصية الثالثة والعشرون

يوصى بأن تطلب الجمعية العامة من أمين عام الأمم المتحدة، ومجالس إدارة برنامج الأمم المتحدة للتنمية وبرنامج الأمم المتحدة للبيئة، ومنظمة الأمم المتحدة للتنمية الصناعية، ومؤتمر الأمم المتحدة للتجارة والتنمية، واللجان الاقتصادية الإقليمية للأمم المتحدة، من مجالس إدارة منظمة الأمم المتحدة للأغذية والزراعة، والمنظمة العالمية للأرصاد الجوية، ومنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة، ومنظمة الصحة العالمية، والبنك الدولي للتعمير والتنمية وغيرها من أجهزة الأمم المتحدة المعنية، كل في مجاله، مؤازرة العمل الدولي لمكافحة التصحّر في إطار خطة العمل الحالية، وأن يدرجوا البنود والمخصصات المناسبة في برامجهم لهذا الغرض.

التوصية الرابعة والعشرون

يوصى بأن تصدِّق الجمعية العامة لـلأمم المتحدة عـلى نشاطـات المنظمة العـالمية للأرصاد الجوية والمجلس العالمي للاتحـادات العلمية والـوكالات المهتمـة بالأمـر في الأمم المتحـدة الموجهـة لتفهّم المشكـلات المنـاخيـة وإيجـاد حلـول لهـا، وأن تحث الحكومات والوكالات الدولية والهيئات الأخرى المهتمة بالأمر على الدعم والمشاركة في تخطيط وتنفيذ البرنامج العـالمي للمناخ، المؤتمـر العالمي للمنـاخ والبرنـامج العـالمي لأبحاث الغلاف الجوي.

التوصية الخامسة والعشرون

ـ إن إسهـام المنظمات الـدولية والإقليميـة خارج الأمم المتحـدة، سواء أكـانت منظمات دولية حكومية أو غير حكومية، سوف يكون عاملاً هاماً في نجاح تنفيـذ خطة العمل.

يوصى بأن تطلب الجمعية العامة للأمم المتحدة من الأمين العام أن يدعو المنظمات الدولية الحكومية وغير الحكوميـة المهتمة بمشـاكل التصحّـر وأثرهـا على النمـو إلى المساهمة في تنفيذ خطة العمل لمكافحـة التصحّر بغـرض تنسيق نشاطـاتها في إطـار برنامج عالمي.

التوصية السادسة والعشرون

لتحقيق إدارة حكيمة، ومشاركة عادلة للموارد على أساس من المساواة، والسيادة وسـلامة الأراضي، يـوصى بأن تتعـاون الدول المعنيـة في الإدارة الحكيمة والسليمـة لموارد المياه المشتركة، كوسيلة فعّالة في مكافحة التصحّر.

9.3.9 ـ توصيات للعمل المبدئي الفوري

ـ يجب القيـام بعدد من الأعمـال بمجرد إقـرار المؤتمر لخطـة العمـل لمكـافحـة التصحّر والتصديق عليها بعد ذلك من جانب الجمعية العامـة للأمم المتحـدة كخطة عمـل للأمم المتحـدة، ويمكن القيام بهـذه الأعمال عـلى المستوى المحـلي بـواسطـة الحكومات المعنية ذاتها، إذا رغبت في ذلـك، وعلى المستـوى الإقليمي، ينبغي أداؤها بواسطة اللجان الإقليمية للأمم المتحدة والمؤسسات الدوليـة الحكوميـة المعنية، أمـا على المستوى الدولي فيقوم بها الجهاز الذي تحدده الجمعية العامة لهذه المهمة.

ـ قد ترغب الحكومات على المستوى الوطني، في أداء الأعمال الفورية التالية:

أ ـ إنشاء أو تحديد هيئة حكومية لمكافحة التصحرّ (انظر التوصية الثانية).

ب ـ تقييم مشاكل التصحّر على المستوى القومي والمحلي أو دون المحلي (انظر التوصية الأولى).

ج ـ تحديد الأولويات القومية لأعمال مجابهة التصحّر.

د ـ إعداد خطة للعمل القومي ضد التصحُّر في إطار أهداف خطة عمل الأمم المتحدة لمكافحة التصحُّر.

هـ ـ من بين الأولويات المحددة للعمل القومي، يجري اختيار الأعمال التي يمكن النهوض بها:

1 ـ على المستوى الوطني.

2 ـ بدعم من المنظمات الإقليمية أو الدولية أو من المصادر الأجنبية الأخرى.

3 ـ في إطار التعاون الإقليمي أو الدولي.

4 ـ بالاستعانة بالمعونة الأجنبية.

و ـ إعداد وتقديم طلبات الدعم الدولي لأنشطة محددة حسب الأولويات وفقاً للحاجة.

ز ـ تنفيذ هذه الأعمال حسب الخطة الوطنية لمكافحة التصحّر.

ـ وعلى المستوى الإقليمي قد ترغب اللجان الإقليمية للأمم المتحدة وكذلك المنظمات الدولية الحكومية وغير الحكومية المختصة، بالتشاور مع الدول المعنية، في تقديم خطط إقليمية أو مقترحات محددة لتنفيذ خطة العمل لمكافحة التصحّر. ويجب التنسيق بين هذه الخطط أو المقترحات على المستوى الدولي حتى يمكن تجنّب أي ازدواج للأنشطة. ويمكن أن يشمل ذلك، من بين ما يشمل، أداء الأعمال الفورية التالية على المستوى الإقليمي بعد انتهاء المؤتمر:

أ ـ الدعوة لحلقات عمل فنية أو ندوات إقليمية تعقب المؤتمر بواسطة اللجان الإقليمية للأمم المتحدة، بالتعاون مع المنظمات الإقليمية والحكومات المعنية. وذلك لمناقشة تنفيذ الخطة على المستوى الإقليمي ولتحديد البرامج الإقليمية بدقة أكثر.

ب ـ إجراء المشاورات والدراسات فيما بين الأقاليم بالنسبة لاختيار مقر إقامة للمراكز الإقليمية المقترحة في الفقرة 9.3.9 ـ خامساً ـ هـ.

ج ـ تنظيم وتنسيق تنفيذ المشروعات الإقليمية دولية النشاط الموضحة في دراسات الجدوى الخاصة بمستودعات المياه الجوفية الكبرى الإقليمية الهامة في شمال شرق إفريقيا وشبه الجزيرة العربية (الوثيقة A/Conf. 74/24)، الحزام الأخضر في شمال إفريقيا (الوثيقة A/Conf. 74/25)، التنمية عبر الأقطار لموارد الرعي في مناطق السودان/الساحل (الوثيقة A/Conf. 74/26)، الرصد الإقليمي لعمليات التصحّر في جنوب غرب آسيا وأميركا الجنوبية (الوثيقتان A/Conf. 74/27-28)، واستعادة الكساء الخضري في حزام الساحل (الوثيقة A/Conf.

74/29). ويمكن اتخاذ الخطوات التالية بنجاح أثناء عمليات التنفيذ:

1 ـ الترتيب لتلقّي أية موافقات لم تتم بعد للحكومات بشأن جدوى المشروعات.
2 ـ اتخاذ الترتيبات التنظيمية اللازمة.
3 ـ إجراء الدراسات السابقة على الاستثمار.
4 ـ وضع تصميم المشروعات.
5 ـ موافقة الدول المعنية على المشروعات.
6 ـ تنفيذ المشروعات.
7 ـ رصد نتائج المشروعات.

ـ أما على المستوى الدولي، فيتعيّن على الجهاز الذي تحدده الجمعية العامة لتنفيذ خطة العمل لمكافحة التصحّر أن يتخذ الخطوات الفورية التالية:

أولاً: أن يطلب إلى الوكالات والمنظمات في أسرة الأمم المتحدة أن تساهم بنشاط في تنفيذ تلك الأجزاء المحددة في خطة العمل لمكافحة التصحر التي تتعلق بمجال تخصصها.

ثانياً: أن يطلب إلى الحكومات المعنية عرض احتياجاتها من الدعم الدولي لما تؤديه من أعمال قومية ضد التصحر، وذلك طبقاً لما هو موضح بالفقرة 9.3.9 ـ هـ، و.

ثالثاً: وعند تلقي ردود الوكالات والطلبات المقدمة، يبدأ هذا الجهاز عمليات البرمجة المشتركة اللازمة لتحديد أعمال معينة في المجالات التالية، وذلك تنفيذاً لخطة العمل لمكافحة التصحر:

1 ـ برامج ومشروعات استثمار رأس المال.
2 ـ مشروعات رائدة وإرشادية.
3 ـ دراسات الجدوى.
4 ـ التدريب.
5 ـ الرصد.
6 ـ تأمين الشعوب ضد المخاطر.
7 ـ الخدمات الفنية والاستثمارية.. الخ.
8 ـ البحوث: مراكز، مشروعات، تنسيق.. الخ.
9 ـ مجموعات العمال الخاصة.

10 ـ الندوات، حلقات العمل، الاجتماعات وغير ذلك من الترتيبات لتبادل المعلومات والخبرة.

أ ـ القيام، بالتشاور مع الحكومة المهتمة وعلى أسس خطة العمل والمقترحات المقدمة للاجتماعات الإقليمية التي أعقبت المؤتمر، بتحليل ودراسة الحاجة إلى مراكز إقليمية جديدة متكاملة للبحوث والتدريب لمكافحة التصحّر، أو دعم القائم منها، وتوفير المساعدة اللازمة لاتخاذ أي إجراءات مطلوبة.

ب ـ إقامة شبكات إقليمية من أحمية المحيط الحيوي، وذلك بتنميتها الوطنية التي يتم اختيارها للتوصل إلى شبكة من الأحمية تمثل البيئات والأنواع الوراثية. ويجب تنسيق إدارة الأحمية على المستوى الإقليمي بالتعاون مع المراكز الإقليمية للاستشعار من البعد. ويمكن أن تعمل هذه الأحمية كمحطات أساسية لرصد التصحّر ولتدريب الأخصائيين اللازمين.

ج ـ قيام برنامج الأمم المتحدة لشؤون البيئة، بالتعاون مع الأجهزة المختصة في الأمم المتحدة، بإعداد ونشر وتوزيع كتب إرشادية وتعليمية في الموضوعات المحددة الآتية في مجالات تكنولوجيا وإدارة مكافحة التصحّر:

1 ـ مقاومة الانجراف بالماء والريح.
2 ـ تثبيت واستغلال الرمال المتحركة.
3 ـ أساسيات الزراعة الجافة.
4 ـ أساسيات الزراعة المروية.
5 ـ استصلاح وري الأراضي الملحيّة والقلوية.
6 ـ استخدام المياه المَسُوسة (نصف المالحة) في الري.
7 ـ إدارة المراعي والماشية.
8 ـ أساليب تشجير الأراضي الجافة.
9 ـ تقييم الموارد المائية.

د ـ إعداد ونشر وتوزيع خريطة العالم للتصحّر بمقياس 1 على 5000000 بمعرفة منظمة الأغذية والزراعة بالتعاون مع برنامج الأمم المتحدة لشؤون البيئة ومنظمة الأمم المتحدة للتربية والعلم والثقافة والمنظمة العالمية للأرصاد، اعتماداً على الخبرة المكتسبة والطرق التي وضعت أثناء عمليات الإعداد للمؤتمر، وبالتعاون الوثيق مع المؤسسات الوطنية والإقليمية المعنية، على أن يلحق بهذه الخريطة دليل توضيحي شامل على غرار خريطة الأراضي في العالم بمقياس 1 على 5000000 والتي اصدرتها منظمة الأغذية والزراعة واليونسكو.

هـ ـ أن يعمل برنامج الأمم المتحدة لشؤون البيئة، بالتعاون مع أجهزة الأمم المتحدة المعنية وغيرها من المؤسسات الدولية الحكومية، وغير الحكومية، على إعداد ونشر وتوزيع دليل حديث مزوّد بالشرح عن المنظمات الدولية والإقليمية والوطنية،

والمعـاهدة والمـراكز البحثيـة ومحطات التجـارب... الخ، التي يختص مجـال عملها بمشكلات التصحّر وتنمية الأراضي الجافة.

التوصية السابعة والعشرون

يـوصى بأن يتـولى برنـامج الأمم المتحـدة لشؤون البيئة ومجلس إدارتـه ومجلس تنسيق البيئة مسؤولية متابعة وتنسيق تنفيذ خطة العمل لمكافحـة التصحّر. ويـوصى كـذلك بـأن تتولى اللجـان الإقليمية لـلأمم المتحدة مسؤوليـة تنسيق وتنشيط وتنفيذ البرامج التي تنفذ داخل الأقاليم والتي أقرتهـا الدول الأعضـاء المعنية. كمـا يوصى أيضـاً بمساهمـة اللجان الإقليميـة بنشاط في مجلس تنسيق البيئـة، وذلك بـالنسبة لتنسيق وتنفيذ برامج مكافحة التصحّر.

التوصية الثامنة والعشرون

تقع مسؤولية العمل المترتب على خطة العمل، على عاتق جهاز الأمم المتحدة ككل. ويؤثـر هذا العمـل على مشروعـات وبرامـج وكالاتهـا المتخصصة. كمـا أن التطبيق المستمر للمعرفة الجماعية وخبرة الأمم المتحـدة ووكالاتهـا المتخصصة أمـر مطلوب كذلك إذا أردنا تنفيذ خطة العمل بكفاءة خلال الـوقت المحدد لـذلك. وفي إطـار هذا المفهوم، فإن أنشطة هذا العدد المحدود من العاملين يمكن أن تمـوّل من الاعتمادات الحالية.

بعض المراجع العربية والأجنبية المفيدة في مجال التصحُّر ومكافحته

المراجع العربية

دراز عمر، 1977 ـ التكامل بين المراعي والإنتاج الزراعي في الوطن العربي لتحسين المراعي وزيادة الإنتاج الحيواني. **الندوة العربية للمراعي والثروة الحيوانية**، الرباط، 21-26 آذار، 1977.

رحمة أديب، 1982 ـ الأسس البيئية والتقنية لتثبيت الكثبان الرملية في المناطق الجافة ـ **الدورة التدريبية في مجال الغابات في اللاذقية، المنظمة العربية للتنمية الزراعية**، الخرطوم.

الزغت معين، 1978، ـ الكثبان الرملية المتحركة (تثبيتها ـ تشجيرها ـ استغلالها) منشورات المركز العربي لدراسات المناطق الجافة والأراضي القاحلة، 142 صفحة، دمشق.

سنكري نذير، 1981 ـ **بيئات ونباتات مراعي المناطق الجافة وشديدة الجفاف السورية**. منشورات جامعة حلب، الطبعة الثالثة صفحة 793.

المنظمة العربية للتنمية الزراعية، 1979 ـ دراسة تطوير المراعي في جنوب المملكة الأردنية الهاشمية.

نادر، أياد عبد الوهاب 1972 ـ الأحوال البيئية وحياة الثدييات الكبرى في الطرق. في أعمال الحلقة الدراسة العربية: الإنسان ـ البيئة ـ التنمية، الخرطوم، المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، ص: 245-268

نحال، إبراهيم 1975 ـ **أساسيات علم الحراج**. مدير الكتب الجامعية، جامعة حلب، 455 صفحة.

نحال، إبراهيم 1978 ـ الأنظمة البيئية وعلاقتها بالإنسان. في كتاب: **البيئة والإنسان لمراحل التعليم الجامعي** ـ المنظمة العربية للتربية والثقافة والعلوم، رقم الصفحة 5

علي إبراهيم محمود، 1980 ـ التجربة السورية في تنمية المراعي ودور التعاونيات وصندوق تداول الأعلاف. تقرير زيارة للجمهورية العربية السورية، طرابلس، ليبيا.

المراجع الأجنبية

Arnold, J.E.M., 1978 - *Wood energy and rural communities.* 8th World Forestry Congress, Djakarta, Indonesia, FRC/3-0.

Arnoldus H.M.J., 1977 — Prediction des pertes de terre par érosin en nappe et en griffe. *in: Aménagement des bassins versants,* F.A.O., Rome, pp: 121-149.

Ben Salem B., 1980 — Arid zone forestry. *Unasylva,* vol. 32, no. 128, pp: 16-18, FAO, Rome.

Ben Salem B.; Nao T.V., 1981 — Production de bois de feu dans les systèmes traditionnels d'agriculture. *Unasylva,* vo. 33, no. 131, pp: 13-18, FAO, Rome.

Ben Salem B.; Eren T., 1982 - Forestiers des sables. *Unasylva,* Vo. 34, no. 135, pp: 8-12, FAO, Rome.

Burley J., 1978 — *Selection of species for fuelwood plantations.* 8th World Forestry Congress, Djakarta, Indonesia.

Burley, J., 1980 — *Obstacles to tree planting for wood fuel in the Arid zone with particular reference to India and Kenya* UNU/CEGET/CRNS Workshop on fuelwood in Rural Communities of the Thiral World, Bordeaux, France, 5-9 May.

Davidson J.; Lloyd R., 1977 — *Conservation and agriculture.* John Wiley and sons.

Draz O., 1977 — Role of range management in the Campaign against desertification. *United Nations Conference on Desertification,* Nairobi.

Draz O, 1969 — The «HEMA» system in range reserves in the Arabian Teninsula, its possibilities in range improvement and conservation projects in the East: FAO/PL, PFC/13.

Eckholm E.; Brown L.R. 1977; *Spreading Desert — The hand of Man.* Worldwatch paper, 40 p.

Eckholm E., 1970 — *Loosing Ground, Environmental Stress and World Food Prospects.* W.W. Norton & Cie. New York, 223 p.

Eren T., 1977 — Approche d'aménagement intégré dans l'établissement d'un projet de développement d'un bassin versant. *in: Aménagement des bassins versants,* FAO, Rome, pp: 11-18.

FAO, 1976 — Soil conservation for developing countries. Soils Bulletin, 30, 92 p., Rome.

FAO, 1977. Aménagemnt des bassins versants. *Cahier FAO: Conservation des sols,* 356 p., Rome.

FAO, 1979 — Techniques speciales de conservation. Cahier FAO: *Conservation des sols,* 104 p.

FAO, 1980 — Techniques hydrologique de conservation des terres et des eaux en montagnes. *Cahier FAO: Conservation des sols,* 136 p.

FAO, 1980 — Conservation du sol et des eaux dans la zone cotière d'Afrique du Nord. *in: Techniques hydrologiques de conservation des terres et des eaux en montagne,* FAO, Rome.

Floret C; 1981 — The effects of protection on steppic vegetation in the Mediterranean arid zone of Southern Tunisia. *Vegetatio,* no. 46, pp: 117-129.

Floret C.; Le Floch E.; Romane F. — 1981 — Dynamique de systèmes écologiques de la zone aride. *Acta Œcologica/Œcologica applicata,* vol. 2, no. 3, pp: 195-214.

Ghabbour S.I., Imam M. Mahir Ali, A., El-Abyed M.S., 1977 — Changes in Terrestrial Biota. *in Arid Land Irrigation in Developing Countries, Environmental Problems and Effects.* Edited by E. Barton Worthington. Pergamon Press.

Goor A.Y.; BarneyC.W., 1976 — *Forest tree planting in arid zones.* 2nd ed., John Wiley and son.

Harcharik D.A.; Kunkle S.M., 1979 — Plantations forestières pour la remise en état des terres dégradées par l'érosion. *in: Techniques spéciales de conservation,* FAO, Rome.

Greentree D.A., 1981 — Construction of Soil Conservation Earthworks: Broad-Based Graded Bank. *Journal of the Soil Conservation Service of New South Wales,* vol. 37, no. 1, pp: 19-27, Sydney, Australia.

Harison D.L., 1968 — The large mammals in Arabia, *Oryx,* 5, pp: 357-363.

Harrison D.L, 1968 — *The Mammals of Arabia.* vol. 2, Ernest Benn ltd., London.

hatt R.T., 1959 — The Mammals of Iraq. *Misc. Publ. Mus. Zool. Univ.* Michigan. 106, pp: 1-113.

Hindle D.R., 1982 — Flood detention structure. *Journal of soil conservation service of N.S.W.* Vol. 38 no.1, pp: 23-30, Sydney, Australia.

Hotes F.L., Pearson E.A., 1977. Effects of Irrigation on Water Quality. *in Arid Land Irrigation in Developing Countries, Environmental Problems add Effects.* Edited by E. Barton Worthington. Pergamon Press.

Kassas M., 1966 — Plant life in deserts. *in* E.S. Hills ed., *Arid lands, a geographical apparaisal,* Methuen and Cie Ltd, London, UNESCO-Paris, 461 p.

Kassas M., 1975 — Arid and Semi-Arid Lands: *An overview,* In United Nations Environmental Programme, *Overview in the Priority Subject Area: Land, Water and Desertification.*

Kenneth Hare, F., 1977 — Climate and Desertification. A component Review for the United Nations Conference on Desertification in UNEP. Nairobi.

Kovács G., 1977 — Change in Hydrological Process. *in Arid Land Irrigation in*

Developing Countries, Environmental Problems and Effects. Edited by E. Barton Worthington Pergamon Press.

Kovda.A., 1977 — Arid Land Irrigation and Soil Fertility: Problems of Salinity, Alkalinity, Compaction. *in Arid Land Irrigation in Developing Countries, Environmental Problems and Effects.* Edited by E. Barton Worthington. Pergamon Press.

Le Houerou H.N., 1980 — Les plantations d'arbres et d'arbustes fourragers: techniques d'implantation et de gestion. *Colloque international sur les fourrages ligneux en Afrique, Addis-Abéba, 08-12 avril, 1980.*

Le Houérou H.N., 1980 — L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne, 1ère partie. Forêt méditerranéenne, I.II, no. 1, pp: 31-44

Le Houérou H.N., 1980 — L'impact de l'homme et de ses animaux sur la forêt méditerranéenne, 2ème partie. Forêt méditerranéenne, I.II, no. 2, pp: 155-174.

Le Houerou H.N., 1978 — The role of shrubs and trees in the management of Natural grazing lands. *8th world Forestry Congress, October 16-28, Jackarta, Indonesia.*

Le Houérou H.N., 1979. La desertisation des régions arides. *In La Recherche,* no. 99, avril, pp: 335-344

Lewis, D.J. 1957. Some Mosquites of the Blue Nile Valley in the Republic of the Sudan. *Bull. Ent. Res.,* 48: 133-145.

Lewis D.J. 1966 *Nile Control and its effect of insects of medical importance. In* R.H. Lawe — McConneill (ed), Man-made Lakes. Inst. Biol. Symp., 15, Acad. Press., London.

Little, E.C.S. 1966. *The invasion of man-made lakes by plants. in.* R.H. Lowe. McConnell (ed) Man-made Lakes. Inst. Biol. Symp. 15, Press, London .

Long G.; Fay F.; Thiault M., 1964 — Possibilités d'utilisation de la garrique par le mouton. *Journées CETA,* étude no. 982, 6p, CEPE,

Long G.; 1979 — Les bases écologiques du développement de l'espace rural méditerranéen. *Le courrier du CNRS,* no. 31, pp: 17-26.

Mohamed A.M., 1982 — Portrait d'une région sèche. *Unasylva,* vol. 34, no. 135, pp: 2-8, FAO, Rome

Mendini.R., 1976 — Les problèmes de conservation, de gestion, de reconstitution des forêts méditerranéennes: priorités pour la recherche. *Notes techniques du MAB2,* UNESCO, pp: 77-83.

Nahal I., 1975 — *Principes de conservation du sol.* Masson, Paris, 143 p.

Nahal I., 1979 — Impact of Irrigation on Environment with Special Reference to the ECWA Region. *International Expert Consultation on Irrigation and Agriculture Development,* Baghdad.

National Academy of Sciences, 1974 — *More water for Arid Lands. Promising technologies and Research oppostunities.* Washington D.C.

National Academy of sciences, U.S.A., 1980 — *Firewood crops: shrub and tree species for energy production,* Washington D.

Obeng L., 1977 — Schistosomiasis — The Environmental Approach. *in Arid Land*

Irrigation in Developing Countries, Environmental Problems and Effects. Edited by E. Washington Pergamon Press.

Palmberg Ch., 1981 — A vital fuel gene pool is in danger unasylva, vol. 33, no. 133, pp: 22-29

Quezel P., 1976 — Les forêts du pourtour méditerannéen. *Notes techniques du MAB2,* UNESCO, pp: 9-33.

Rapp 8 Al., 1976 — Can desert encrochment be stopped? *Ecological Bulletin,* Swed. Nat. Sc. Res. Coun., 24 241p.

Rapp A., 1974 — *A review of desertization in Africa:* Water, vegetation and man, SIES, Stockholm, 77p

Reynolds K.C., 1980 — Rehabilitation of Eroded Lands — Liddle Power station *Journal of the soil conservation service of N.S.W vol. 36, no. 3, pp: 122-128, Sydney, Australia.*

Satterlund D.R., 1972 — Wildland watershed management. John Wiley and sons.

Sheng T.S., 1977 — Clayonnage et fascinage *in: Aménagement des bassins versants,* FAO, Rome, pp. 351-356.

Sheng T.C., 1979 — L'ensemencement par pulvérisation: procédés, exemples et perspectives à la Jamaïque. *in: Techniques spéciales de conservation,* FAO, Rome.

Sing Field H.W., 1979 — Emploi des revêtemments du sol pour faciliter l'installation de chénopodes ligneux en zone aride. *in: Techniques spéciales de conservation,* FAO, Rome.

Thompson D.F.,1981 — Wind crosivity indices for western New South wales. *Journal of the Soil Conservation Service of N.S.W.,* Vol 37, no 3, pp: 157-165, Sydney, Australia.

Tomasselli R., 1976 — La dégradation du maquis méditerranéen. *Notes* techniques du *MAB2,* UNESCO, pp: 35-76.

Treffy P.T., 1981 — Use of a Residual Flow Waterway in Strip Cropping system in the Quirindi District. *Journal of the Soil Conservation service of New South Wales,* vol. 37, no. 2, pp: 59-70, Sydney, Australia.

Wardle Ph.; Palmieri M., 1981 — Quel est le coût réel du bois de feu. *Unasylva,* vol. 33, no. 131, pp: 20-29 FAO Rome.

Warren A.; Maizels J.K., 1976 — Ecological Change and Desertification. A Component Review for the United Nations Conference on Desertification. UNEP. Nairobi.

Wischmeier W.H., 1959 A rainfall crosion index for a Universal Soil Loss Equation. *Soil. Sci. Soc. Am. Proc.* vo. 23, pp: 246-249.

نشرات مؤتمر الأمم المتحدة للتصحر

29 آب (أغسطس) ـ 9 ايلول (سبتمبر) 1977

نيروبي ـ كينيا

* مؤتمر الامم المتحدة المعني بالتصحر ـ الموجز ـ خطة العمل والقرارات.
* عمليات التصحر واسبابه، A/Conf. 74/1
* الانشطة الدولية الحالية لمكافحة التصحر ـ معلومات اساسية، A/Conf. 74/32
* تقرير عن مؤتمر الامم المتحدة عن التصحر، A/Conf. 74/36
* الحزام الأخضر عبر اقطار شمال افريقيا ـ وثيقة معلومات اساسية، A/Conf. 74/25
* بعض أوجه التصحر ونتائجه الاجتماعية والاقتصادية في منطقة اللجنة الاقتصادية لغرب آسيا. تقرير مقدم إلى مؤتمر الأمم المتحدة عن التصحر،1977، من قبل اللجنة الاقتصادية لغرب آسيا.

* Technology and Desertification, Background Document, A/Conf. 74/6.
* Desertification: An Overview. A/Conf. 74/1..
* Ecological Change and Desertification — Background Document. A/Conf. 74/7.
* Case Study on Desertification — Greater Mussayeb Project, Iraq, A/Conf. 74/10
* Population Society and Desertification. Background Document. A/Conf. 74/8.

«أ»

Gully	Ravin	أخدود
Watershed management	Amengement des bassins versants	إدارة واستغلال مجمعات المياه
Forest management	Amenagement forestier	ادارة واستغلال الغابات
Range Management	Amenagement pastoral	ادارة واستغلال المراعي
Artesian	Artesien	أرتوازي
Land	Terre	أرض
Over exploitation	Surexpl oitation	استثمار جائر
Land use	Ut'ilisation des terres	استخدام الأراضي
Cultivation	Mise en culture	استزراع
Reclamation soil	Restauration des sols	استصلاح الأترية
Silting	Siltation	إطْماء
Reforestation	Reforestation	إعادة التحريج
Cyclone	Cyclone	إعصار
Horizon	Horizon	أفق (نطاق)
Eradication	Arrachage	اقتلاع (إستئصال)
Remote sensing	Teledetection	الأستشعار من بعد (الجَسّ من بعد)
Great plains	Grandes plaines	السهول الكبرى
Land capability	Capacité-agrologique des terres	القدرة الانتاجية للأراضي
Xerophilous	Xerophile	أليف الجفاف
Calciphilous	Calcicole	أليف الكلس

Hydrophilous	Hydrophile	أليف الماء (أليف الرطوبة)
Halophilous	Halophile	أليف الملوحة
Adsorption	Adsorption	إمتزاز
Absorption	Absorption	امتصاص
Production	Production	إنتاج
Productivity	Productivité	إنتاجية
Germination	Germination	إنتاش
Rain erosion	Erosion pluviale	إنجراف مطري (حَتّ الأمطار)
Soil leaching	Lessivage du sol	انغسال التربة
Climax	Climax	أوج (ذروة)

«ب»

Hydeoseeding	Ensemencement par pulverisation	البذر بالرش
Cloud seeding	Ensemencement des nuages	بذر الغيوم (تلقيح السُّحب)
Soil structure	Structure du sol	بنية التربة
Fallow	Jachere	بور (ارض حائل)
Environment	Environnement	بيئة (وسط محيط)

«ت»

Evaporation	Evaporation	تبخُّر
Evapo-transpiration	Evapo transpiration	تبخُّر كلي (نتح تبخُّري)
Evapo-transpiration potentiell	Evapo-transpiration potentielle	تبخُّر كلي كامن
Stabilization of ravin	Stabilisation des revins	تثبيت الأخاديد
Fixation dune	Fixation des dunes	تثبيت الكثبان الرملية
Biological fixation	Fixation biologique	تثبيت حيوي
Mechanical fixation	Fixation mecanique	تثبيت ميكانيكي
Regeneration forest	Regeneration des forets	تجدد الغابات
Weathering	Alteration	(تآكل) تجوية
Water desalination	Desalination de l'eau	تحلية المياه (إزالة الملوحة)
Erosion	Erosion	تحات (إجتراف)
Afforestation	Afforestation	تحريج (تشجير حراجي)

Solid flux	Debits solides	فقات صلبة
Degradation	Degradation	هور (ردم)
Sub-soil	Sous-sol	بة تحتية
Heavy soil	Sol lourd	بة ثقيلة
Sandy soil	Sol sableux	بة رملية
Calcareuos soil	Sol calcaire	بة كلسية (جيرية)
Saline soil	Sol salin	بة ملحية
Eroded soil	Sol erodé	بة منجرفة
Edaphic	Edaphique	بي
Precipitation	Precipitation	سيب، هطول
Water Infiltration	Infiltration de l'eau	رب الماء (رشح الماء)
Land leveling	Nivellement des terres	سوية الأراضي
Desertification	Desertification	سحُّر
Multicropping	Polyculture	دد المحاصيل
Exposure	Exposition	رض
Dispersion	Dispersion	رق
Regression	Regression	هقر
Adaptation	Adaptation	يّف
Salinization	Salinisation	لح
Transhumance	Transhumance	قل البدو
Ecodevelopment	Eco-developpement	مية بيئية
Hybridising	Hybridisation	بجين

«ث»

Furrow	Sillon	م

«ج»

Gypsum	Gypse	بس
Ridge	Billon	ذر
Aridity	Aridite	فاف (قحولة)
Shrub	Arbuste	نبة
Genus	Genae	نس

«ح»

Windbreak	Abrivent	اجز الريح

English	Français	العربية
Cereals	Cereales	حبوب
Sandstone	Grés	حجر رملي
Subsoiling	Sous-sologe	حراثة عميقة
Forest fire	Incendie de forêt	حريق الغابة
Green belt	Ceinture verte	حزام أخضر (منطقة اللاصقيع)
Band palisades	Palissades en bandes	حواجز شرائطية
Stop - palisades	Palissades d'arrêt	حواجز الايقاف
Plan palisades	Palissades vegetales	حواجز نباتية
Poplar	Peuplier	حور
Hydrographic **basin**	Bassin hydrographique	حوض مائي
Wild life	Vie sauvage	حياة برية

«خ»

English	Français	العربية
Capillarity	Capillarite	خاصية شعرية
Karoub	Caroubier	خرنوب
Firewood	Bois de feu	خشب الوقيد (حطب)
Fertility	Fertilité	خصوبة
Isohyet	Isohyete	خط تساوي الامطار
Contour lines	Courbes de niveau	خطوط التسوية (كفافية)

«د»

English	Français	العربية
Humus	Humus	دُبال
Crop rotation	Rotation des cultures	دورة زراعية

«ر»

English	Français	العربية
Filling up	Remblai	ردمية
Humid	Humid	رطب
Soil moisture	Humidité du sol	رطوبة التربة
Equivalent humidity	Humidité equivalente	رطوبة مكافئة
Grazing	Paturage	رعي
Overgrazing	Surpaturage	رعي جائر
Compost	Composte	روث اصطناعي (خليط تسميد)

Irrigation	Irrigation	يّ
Sprinkler irrigation	Irrigation par aspersion	يّ بالرش
Drip irrigation, trickle irrigation	Irrigation par guotte	يّ بالنقطة

«ز»

Arboriculture	Arboriculture	راعة الاشجار المثمرة (بستنة)
Mulch farming	Culture avec paillage	راعة التجليل (زراعة مهادية)
Dry farming	Culture sêché	راعة جافة
Cropping strip	Culture en bandes alternantes	راعة شرائطية (مقلّمة)
Specialized agriculture	Agriculture specialisée	راعة متخصصة
Irrigated agriculture	Agriculture irrigree	راعة مروية
Rainfed agriculture	Agriculture pluviale	راعة مطرية (بعلية)
Intensive agriculture	Agriculture intensive	راعة مكثّفة
Extensive agriculture	Agriculture extensive	راعة واسعة (انتشارية)
Monoculture	Monoculture	راعة وحيدة المحصول

«س»

Shelterbelt	Rideau-Abri	ستار واق (حزام واق) (الحزام الاخضر)
Abrasion	Abrasion	سَحْج
Dam	Barrage	سدّ
Earth dam	Barrage en terre	سدّ ترابي
Water holding capacity	Capacite de retention pour l'eau	سعة الاحتفاظ بالماء
Capacity field	Capacite au champ	سعة حقلية
Silt	Limon	سلت (طَمي)
Food chain	Chaine alimentaire	سلسلة غذائية
Manure	Fumier	سماد (زبل) بلدي
Fertilizer	Engrais	سماد (مخصّب)
Steppe	Steppe	سُهْب

«ص»

Desert	Desert	صحراء

English	Français	العربية
Parent material	Roche-mére	صخرة أمّ (مادة الأصل)
Limestone	Roche calcaire	صخر كلسي (حجر جيري)
Drainage	Drainage	صرف

«ط»

English	Français	العربية
Algae	Algue	طحالب

«ع»

English	Français	العربية
Herbivore	Herbivore	عاشب (أكل العشب)
Limiting factor	Facteur limitant	عامل محدد
Forsest association	Association forestiére	عشيرة حراجية
Forage	Fourrage	علف
Ecology	Ecologie	علم البيئة
Synecology	Synecologie	علم البيئة الجماعية
Autoecology	Autoecologie	علم البيئة الذاتية
Phylosociology	Phylosociologie	علم الاجتماع النباتي
Meteorology	Meteorologie	علم الأرصاد الجوية
Bioclimatology	Bioclimatologie	علم المناخ الحيوي

«غ»

English	Français	العربية
Forest	Foret	غابة
Mixed forest	Foret melangee	غابة مختلطة
Forest protection	Foret de protection	غابة وقائية
Water-logging	Imperméabilisation	غدق (مثقل بالماء)
Planting	Plantation	غرس
Colloides	Colloides	غروانيات
Clay	Argile	غضار (طين)
Argillaceous	Argileux	غضاري (طيني)
Inundation	Inondation	غمر (إغراق)
Maquis	Maquis	غيل (دغيلات)

«ف»

English	Français	العربية
Lucerne	Luzerne	فصة (فصفصة)

English	Français	العربية
Dry season	Saisone seche	فصل جاف
Family	Famille	فصيلة
Perhumid	Perhumide	فوق رطب (مفرط الرطوبة)

«ق»

English	Français	العربية
Erodibility	Erodibilité	قابلية الانجراف
Arid	Aride	قاحل (جاف)
Carrying capacity	Capacite de charge	قدرة التحميل (حمولة)
Crust	Croute	قشرة
Lime crust	Croute calcaire	قشرة كلسية
Felling	Coupe	قطع
Alkaline (soil)	Alcaline (sol)	قلوية (تربة)
Inundation canal	Canal d'inondation	قناة غمر
Soil texture	Texture du sol	قوام التربة

«ك»

English	Français	العربية
Biomass	Biomasse	كتلة ـ حيوية
Biomass aerienne	Biomasse aerienne	كتلة ـ حيوية هوائية
Dunes	Dunes	كثبان رملية (كُثيب)
Laying bare the root	Dechaussement	كشف الجذور
Detritus limestone	Calcaire detritus	كلس حطامي (حُتاتي)

«م»

English	Français	العربية
Available water	Eau disponible	ماء متوفر
Organic matter	Matiere organique	مادة عضويّة
Decomposer	Decompositeur	مادة مفكّكة
Brackish	Saumatre	مالح (زُعاق)
Herbicide	Herbicide	مبيد أعشاب
Insecticide	Insecticide	مبيد حشرات
Compact	Compact	متراص
Plant community	Communauté végétale	مجتمع نباتي
Cover crop	Culture de couverture	محصول تغطية

Outlets	Exutoires	مخارج مائية
Conifers	Coniferes	مخروطيات (صنوبريات)
Pelouse	Prairie	مرج
Range	Paturage	مرعى (مدى)
Natural range	Paturage naturel	مرعى طبيعي
Marl	Marl	مَرْل
Porosity	porosité	مساميّة
Perennial	Perenne	مستديم (معمر)
Consumer	Consommateur	مستهلك
Waterfall	Chute d'eau	مسقط مائي (شلال)
Habitat	Habitat	مسكن (منبت)
Nursery	Pepiniére	مشتل زراعي
Terrace	Terrasse	مصطبة (شرفة)
Alluvial terrace	Terrasse alluviale	مصطبة طَمْيّة
Absorption terraces	Terrasse d'absorption	مصاطب امتصاصية
Bench terraces	Terrasse banquette	مصاطب سفحية
Graded terraces	Terrasse de canalisation	مصاطب متدرجة
Butyl rubber	Caoutchouc butylique	مطاط بوتيلي
Rhombic	Losoneique	معينيّ
Soil profile	Profil du sol	مقطع التربة
Mechanization	Mecanisation	مكننة
Salinity	Salinité	ملوحة
Climate	Climat	مناخ
Bioclimatic	Bioclimatique	مناخي حيوي
Mediterranean climate	Climat mediterranée	مناخ متوسطي
Tropical climate	Climate tropical	مناخ مداري
Microclimate	Microclimat	مناخ موقعي (مناخ محلي)
Forest vegetation	Végetation forestiére	منبت حراجي
National park	Parc national	منتزه عام
Coppice	Taillis	منسغة (خيس)
Mulch	Paillis	مهاد
Natural resources	Ressources naturelles	موارد طبيعية
Fossile water	Eau fossile	مياه قديمة (مياه احفورية)

«ن»

Conductivity electrical	Conductivite electrique	ناقلية كهربائية
Annual plant	Plante annuelle	نبات حولي
Hydrophyte	Hydrophyte	منبات مائي (نبات أليف الرطوبة)
Halophyte	Halophyte	نبات ملحي
Vegetation	Vegetation	نبت
Xerophyte	Xerophyte	نبات جفافي
Transpiration	Transpiration	نتح، تعرق
Ecosystem	Ecosystéme	نظام بيئي
Pastoral system	Systéme pastoral	نظام رعوي
Cropping system	Systeme de culture	نظام زراعي
Permeability	Permeabilitê	نفوذية
Withering point	Point de fletrissement	نقطة الذبول
Ecotype	Ecotype	نمط بيئي (طراز بيئي)
Herbaceous species	Espece herbacee	نوع عشبي

«هـ»

Precipitation	Precipitation	ترسيب، امطار
Exchangeable cations	Cations echangeables	هوابط قابلة للتبادل

«لا»

Carnivore	Carnivore	لاحم (آكل اللحوم)

في هذا الكتاب

■ مشاكل التصحّر في الجمهورية العربية السورية، والجماهيرية العربية الليبية الشعبية الاشتراكية، والمملكة الاردنية الهاشمية، وتونس، والعراق، ودولة الإمارات العربية، والجزائر.

■ لمخاطر التصحّر ابعاد اجتماعية واقتصادية وثقافية، وهي بالتالي ذات ابعاد حضارية وامنية بالنسبة للوطن العربي.

■ يقع القسم الاكبر من البلاد العربية في المناطق الجافة التي تعرّضت منذ القديم لاستغلال جائر أدى إلى التصحّر في معظم المناطق.

■ تعادل الصحاري واشباه الصحاري ثلث وجه البسيطة، ويصل المهدّد فيها بالتصحّر الى 50% من الارض تقريباً.

■ نموّ السكان المتسارع في البلاد العربية لا يقابله استخدام متوازن في الموارد الطبيعية، فأدى ذلك إلى انجراف التربة وضياع المياه، مع العلم أن المياه والأتربة هي من أهم عوامل النموّ الاجتماعي والاقتصادي في المنطقة.

المؤلف

■ د. ابراهيم نحال من مواليد اللاذقية - سوريا سنة 1933.

■ تلقى علومه الجامعية في فرنسا فحصل سنة 1954 على دبلوم في الهندسة الزراعية، وسنة 1956 على دبلوم في الهندسة المدنية في المياه والحراج.

■ في هولندا حصل على دكتوراه دولة في العلوم عام 1962 في علم البيئة للمناطق الجافة.

■ ترأس أعمال وظائفية عدة منها رئيس دائرة الابحاث الحراجية في وزارة الزراعة، ومستشار - رئيسي لدى برنامج الامم المتحدة للبيئة لشؤون البيئة والتصحّر، ووكيل جامعة حلب للشؤون العلمية.

■ يمثل عضواً في اكاديمية العلوم الزراعية في باريس، والأكاديمية الدولية في لوزان، والمنظمة الدولية لنباتات حوض المتوسط في جنيف.

[illegible] في كلية الزراعة في جامعة [illegible]

[illegible] من 25 مؤتمرا [illegible] ه العلمية سبعة [illegible] العلوم الحراجية [illegible] العامة، وثلاثة كتب بالفرنسية عن [illegible] ية وصيانة التربة. له اكثر من تسعين نشرة علمية، وشارك في ثلاثة معاجم.

الثمن 7 دولارات